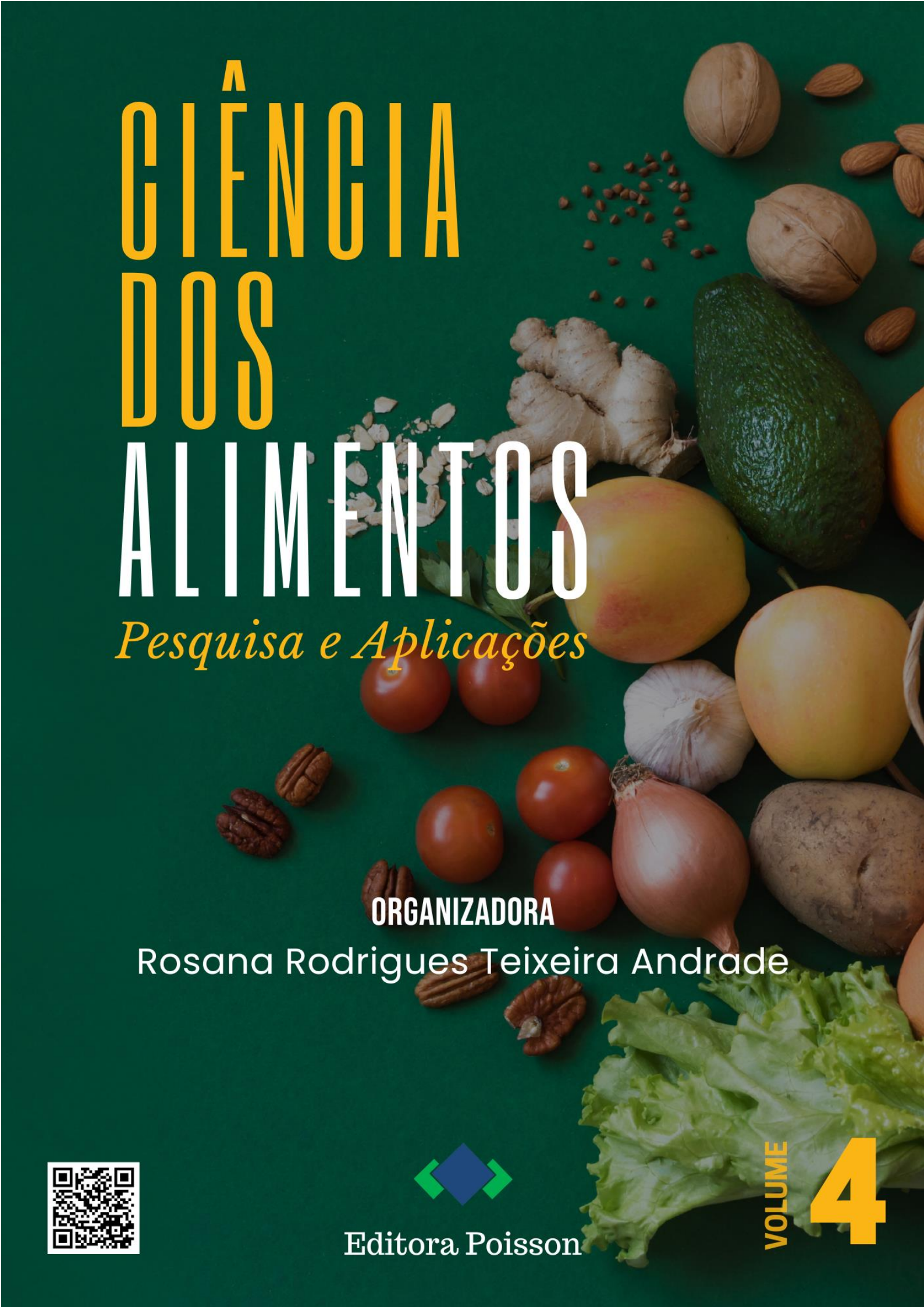
A CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

Pesquisa e Aplicações



ORGANIZADORA

Rosana Rodrigues Teixeira Andrade

Editora Poisson

VOLUME 4

Rosana Rodrigues Teixeira Andrade
(Organizadora)

Ciência dos Alimentos
Pesquisa e Aplicações
Volume 4

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2024

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
MSc. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
MSc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569

Ciência dos Alimentos: Pesquisa e Aplicações - Volume 4/
Organização: Rosana Rodrigues Teixeira Andrade
Belo Horizonte - MG: Editora Poisson - 2024

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-469-7
DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Tecnologia de Alimentos 2. Alimentos 3. Nutrição
I. ANDRADE, Rosana Rodrigues Teixeira. II. Título

CDD-664.005

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterado.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br
Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Desafios e oportunidades no cultivo e comercialização do jambu (*Acmella oleracea*)..... 07

Sâmia Karyne Gomes de Sá, Valcilene Maria da Silva Souza, Eduarda Gomes Pereira, Samara Marinho Ramos, Leandra Protazio da Rocha, Charline Soares dos Santos Rolim, Anderson Mathias Pereira, Leiliane do Socorro Sodré de Souza

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.01

Capítulo 2: Filmes e revestimentos comestíveis incorporados de bagaço de uva (*Vitis* spp.): uma revisão bibliográfica..... 14

Priscila Borges de Faria Arquelau, Elizangela Gonçalves de Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.02

Capítulo 3: Encapsulação - tendências e inovações aplicadas a óleos essenciais, corantes, açúcares, probióticos e prebióticos, proteínas e polissacarídeos e embalagens 29

Naieli Mücke, Naiara Mücke, Fernando Junges, Luana de Carvalho, Gabriela Wolhmuth, Evelyn Kruger, Jesica Antônia Masson Matos, Pollyana Silva Garcia, Eduarda Barbieri da Silva Cruz, Gustavo Barreto Costa, Bruna Aparecida Parede Barco, Paulo Rangel Santos Tonini, Kassia Ayumi Segawa do Amaral, Paula Leticia Neves, Edson Araújo de Almeida, Regiane da Silva Gonzalez

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.03

Capítulo 4: Avaliação do potencial antioxidante e composição centesimal de *Perilla frutescens var.crispa* 48

Elienae da Silva Gomes, Ana Caroline Raimundini Aranha, Ana Claudia Darienço Tavares da Silva, Deise Molinari, Emerson Barrios Mogollon, João Vitor da Silva Alves, Julie Suzan da Silva, Luana Morais Antonini, Lucas Soares da Silva, Pither Jhoel Javier Sucari, Tayane Siqueira Garcia Alves, Yesenia Milagros Turpo Mamani, Oscar de Oliveira Santos Júnior

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.04

Capítulo 5: Alimentos funcionais: mix pronto para panquecas enriquecidas com soja e licopeno..... 54

Elienae da Silva Gomes, Amanda Cristina de Sousa, Ana Caroline Raimundini Aranha, Anna Beatriz de Carvalho Martins, Deise Molinari, Emerson Barrios Mogollon, João Vitor da Silva Alves, Jordânia Lima de Souza Setubal, Julie Suzan da Silva, Lucas Soares da Silva, Pither Jhoel Javier Sucari, Sarita Helena Castilho Garbin, Yesenia Milagros Turpo Mamani

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.05

SUMÁRIO

Capítulo 6: Uso de resíduos de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) como alternativa para produção de biomassa nutritiva fermentada por *Yarrowia Lipolytica* 70

Fernanda Arpini Souza, Edmilson José Kleinert, Thiago Bergler Bitencourt

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.06

Capítulo 7: Caracterização físico-química das propriedades nutricionais do kiwi (*Actinidia deliciosa*) e o efeito do seu consumo nos processos metabólicos..... 86

Sara Camila Vidal Freires, Helen Cristina de Oliveira Palheta, Margarete Costa dos Santos Pinto, Kayllane Cristina Cordeiro Gonçalves, Emilly Manuela Foicinha da Silva, Rayane Caroline de Macedo Ferreira, Maria de Lourdes dos Santos Oliveira, Orquidea Vasconcelos dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.07

Capítulo 8: Qualidade físico-química e viabilidade probiótica de néctar de taperebá adicionado de *Lactobacillus rhamnosus*..... 93

Kaylane Carvalho de Leal, Raíra Fernandes de Fernandes, Amanda Damasceno Freitas, Ana Carla Alves Pelais, Alessandra Eluan da Silva Gutierrez Façanha

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.08

Capítulo 9: Desenvolvimento e caracterização físico-química de bolo sem glúten sabor chocolate à base de farinha de amendoim..... 102

Antonio Manoel Maradini Filho, Lara Bravim Ramos

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.09

Capítulo 10: Impacto dos processos de secagem nos aspectos sensoriais da banana119

Amanda Aparecida de Lima Santos, Jefferson Luiz Gomes Corrêa, Natália de Oliveira Souza, Gilson Gustavo Lucinda Machado, Leandro Levate Macedo

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.10

Capítulo 11: Inovação alimentar: desenvolvimento de novos produtos a partir de frutas secas..... 132

Amanda Aparecida de Lima Santos, Jefferson Luiz Gomes Corrêa, Jhenifer Cristina Carvalho Santos, Guilherme Mathias Lopes, Leandro Levate Macedo

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.11

SUMÁRIO

Capítulo 12: A qualidade do mel de abelhas melíferas 148

Willhams Andrade Silva, Claudete Maria da Silva Moura, Alessandra Oliveira de Araújo, Laianne Oliveira Santos, Rafael Abílio de Sousa Silva, Glayciane Costa Gois

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.12

Capítulo 13: Monitoramento da temperatura em refeições transportadas de uma Unidade de Alimentação e Nutrição no Planalto Norte Catarinense, Brasil 160

Calinca Skonieski, Cassiani Gotama Tasca, Christian Carpeggiani Giotto, Carlos Eduardo Barão

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.13

Capítulo 14: Nova rotulagem de alimentos: avaliação do impacto sobre o consumidor seridoense 169

Greyce Kelly da Silva Lucas, Pahlevi Augusto de Souza, Josimara de Souza Alves, Raquel Januario da Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.14

Capítulo 15: Análise de rotulagens em barras de chocolates ao leite comercializadas no município de Currais Novos/RN 188

Josimara de Souza Alves, Pahlevi Augusto de Souza, Greyce Kelly da Silva Lucas, Raquel Januario da Silva, Emanoel Fernandes de Araújo Faustino

DOI: 10.36229/978-65-5866-469-7.CAP.15

Autores 206

Capítulo 1

Desafios e oportunidades no cultivo e comercialização do jambu (Acmella oleracea)

Sâmia Karyne Gomes de Sá
Valcilene Maria da Silva Souza
Eduarda Gomes Pereira
Samara Marinho Ramos
Leandra Protazio da Rocha
Charline Soares dos Santos Rolim
Anderson Mathias Pereira
Leiliane do Socorro Sodré de Souza

Resumo: *Acmella oleracea* é uma espécie vegetal encontrada em regiões tropicais e subtropicais, incluindo o Brasil. Sua folha é fonte de componentes antimicrobianos e antifúngicos. Suas características sensoriais a tornam uma hortaliça singular na culinária brasileira. O objetivo desse trabalho foi avaliar os benefícios e desafios do cultivo comercial de jambu, incluindo sustentabilidade, adaptação a diferentes climas e mercados. O jambu é cultivado por pequenos produtores, com mão de obra familiar e técnicas de plantio direto ao solo. Em regiões de alta pluviosidade e temperatura, o cultivo de jambu exige adubação química e manejo fitossanitário com controle biológico e redes, o que pode aumentar os custos de produção. O tratamento do solo deve ser feito de forma sustentável, para desenvolvermos um cultivo consciente e oferecer alimentos saudáveis, preservando a biodiversidade e melhorando a fertilidade do solo, de modo a priorizar práticas ecológicas e de baixo impacto ambiental.

Palavras-chave: mercado de hortaliças, aspecto econômico, agricultura familiar, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Acmella oleracea é uma espécie vegetal da família Asteraceae, é encontrada em regiões tropicais e subtropicais, incluindo o Brasil. É uma planta rasteira, com caule cilíndrico, carnudo, decumbente e ramificado, seu tamanho varia de 20 a 30 cm de altura. A coloração da flor é amarela dourado com ponta vermelha, como é possível observar na Figura 1. Sua folha é fonte de componentes antimicrobianos e antifúngicos. Além disso, as propriedades sensoriais características da folha e flores são singulares (dar água na boca, dormência, formigamento, pungência) potencializando essa hortaliça como ingrediente em pratos brasileiros (Bellumori *et al*., 2022; Gomes *et al*., 2020; Uthpala; Navatatne, 2021).

Figura 1. Flor de jambu

A planta possui diversas aplicações além das alimentícias, na América do Sul, Ásia e África por exemplo, é explorada na área medicinal no tratamento de dores bucais, cicatrização de feridas, reumatismo, como agentes antiespasmódicos, febrífugos, entre outros. O jambu pode ser utilizado como condimento ao substituir a pimenta na culinária amazônica, para tal aplicação são utilizadas as partes aéreas da planta, como folhas, caules e flores. O espilantol, uma alquinamida presente na *A. oleracea*, é a responsável não só pelo sabor picante, mas também pelas propriedades anestésicas, anti-flamatórias e antinociceptivas (Bellumori *et al*., 2022; Yien *et al*., 2022).

O cultivo do jambu é feito por via direta em semeadura em sulcos no solo, entretanto esse manejo que leva a baixos uniformidade e qualidade das plantas, e possibilita a ocorrência de doenças que podem gerar perdas na produção. Para atuar nesses refugos, há alternativas de cultivo, sendo o sistema de hidroponia o mais utilizado. Dentre as vantagens da utilização desse sistema, temos o menor uso de área e insumo, especialmente água e fertilizantes, ausência de doenças e maior rendimento, o que gera melhor qualidade das plantas. (Sampaio *et al*., 2021). Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar os benefícios e desafios do cultivo comercial de jambu, incluindo sustentabilidade, adaptação a diferentes climas e mercados.

2. ASPECTOS AGRONÔMICOS

O cultivo de jambu é predominantemente realizado por pequenos produtores, que contam principalmente com a mão de obra familiar, utilizando a técnica de cultivo convencional, baseado no plantio direto ao solo, com a utilização de água, luz solar e adubo. Entretanto outros componentes podem ser inseridos no processo para termos um plantio mais adequado como um solo bem drenado, leve, fértil e rico em matéria orgânica (Pires; Silva, 2020; Silva *et al.*, 2020).

Os solos mais adequados para o cultivo dessa hortaliça são os argilo-arenosos e aqueles com alto teor de matéria orgânica. Solos de várzea, desde que bem drenados, também são viáveis para o plantio. A planta ainda possui uma boa tolerância a solos ácidos. Apesar de essa prática de cultivo ser adotada há muitos anos, o uso intensivo do solo pode resultar em problemas como perda de fertilidade, esgotamento de nutrientes e compactação, o que compromete a qualidade dos produtos obtidos por esse método tradicional (Silva *et al.*, 2020).

Essa hortaliça é cultivada ao longo de todo o ano, entretanto, as maiores produtividades ocorrem entre abril e dezembro em sistemas de cultivo a campo aberto. Já nos cultivos protegidos, a produção mantém-se constante durante todo o ano (Lima *et al*., 2021).

Ainda que a agricultura familiar, de modo geral, utilize o plantio direto, a forma de cultivo mais recomendado para o jambu é por meio do manejo de irrigação. Nesse caso, faz-se necessária a presença de mão de obra mais especializada para a manipulação da água como substrato ao usar a técnica do fluxo laminar de nutrientes. A fertilização nitrogenada e calagem nas cultivares interferem nas variáveis de crescimento, produção e trocas gasosas. Sendo o período seco do ano, o mais indicado para utilização desse sistema (Pires; Silva, 2020; Barral, 2021).

Para evidenciar que o cultivo e o manejo da cultura podem influenciar a produtividade e o desempenho, podemos analisar estudos sobre o plantio a pleno sol, como é o caso de Monteiro (2019) em seu estudo sobre o plantio de *Acmella oleracea* utilizando o manejo em diferentes níveis de sombreamento. Seus resultados apontaram para um desempenho na produtividade e rendimento das variedades, com a tela de 50% de sombreamento. Podemos constatar que o ambiente, o fotoperíodo e a temperatura influenciam essa característica, pois as telas de sombreamento são uma forma de contornar adversidades climáticas e manter a produção durante o ano todo. Elas ajudam a controlar os efeitos de ventos fortes, umidade do ar e do solo, variações de temperatura, radiação solar, chuvas, aeração do solo, perda de nutrientes por lixiviação, granizo, geadas, entre outros fatores ambientais (Monteiro, 2019; Silva *et al*., 2023).

3. DESAFIOS NO CULTIVO

Ainda que o desenvolvimento da agricultura convencional torne a cultura do jambu resistente a ataques externos, em locais onde o clima tem alta pluviosidade e alta temperatura os agricultores utilizam adubação química. Assim, no caso de infestação por pragas durante o cultivo, o manejo fitossanitário deve ser realizado com a intervenção humana, utilizando métodos de controle biológico, produtos alternativos, armadilhas ou a proteção com redes, o que pode elevar os custos da produção (Nascimento, 2019).

As mudanças climáticas impactam diretamente a produção de hortaliças, tanto no Brasil quanto no mundo, assim como a agricultura em geral. O efeito do clima no

desenvolvimento das culturas hortícolas preocupa os produtores, principalmente pela falta de tecnologias que possam compensar ou aumentar a produtividade. Essas mudanças climáticas ocorrem devido tanto a ciclos naturais do planeta quanto à ação humana, como a emissão de gases de efeito estufa, atividades industriais, o uso de automóveis, desmatamento e queimadas, entre outros fatores (Borges *et al*., 2022).

O período chuvoso no sistema de cultivo em solo reduz a produção, enquanto a hidroponia surge como uma alternativa para garantir o cultivo ao longo de todo o ano. Sabendo que a demanda pelo jambu aumenta em certos meses, especialmente em épocas festivas, e diminui significativamente em outros períodos, estudos indicam que as condições climáticas influenciam diretamente esse efeito na produção. Nesse contexto, a técnica da hidroponia é empregada para aumentar a produção e atender à demanda durante todo o ano. (Silva *et al*., 2020).

4. MERCADO E COMERCIALIZAÇÃO

Nos últimos anos, o jambu ganhou espaço nos mercados nacional e internacional. No entanto, por se tratar de uma planta não convencional, sua produção ainda é limitada a pequenas propriedades e ocorre em baixa escala, especialmente em municípios próximos a Belém, capital do Pará. Embora a distribuição da planta seja restrita à região Norte do Brasil, a demanda tem crescido em outras regiões e países. Além do Pará, o jambu já está sendo cultivado em estados como Amazonas, Acre, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (Andrade *et al*., 2024).

A comercialização de vegetais não convencionais como o jambu movimentou mais de € 75 bilhões no mercado internacional em 2015. Esse setor tem apresentado um crescimento contínuo de 10 a 30% ao ano na maioria dos países, totalizando mais de US$ 5 bilhões anualmente em todo o mundo. No Brasil, a produção desses vegetais acompanha esse crescimento global, sendo impulsionada principalmente pela exportação, com uma taxa de crescimento anual de 30% (Nascimento, 2019).

O jambu é comumente consumido como ingrediente do tacacá, um prato típico da região norte. Entretanto tem sido exploradas novas formas de aproveitamento dessa hortaliça. Algumas dessas alternativas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Produtos derivados do jambu

Produto	Autor
Patê de pescado com adição de farinha de jambu	Leão *et al*., 2021
Linguiça de peixe com jambu	Alves; Silva; DIAS, 2020
Corante de Jambu	Martins *et al*, 2019
Licor de jambu	Marçal *et al*, 2023
Conserva de tomate desidratado com jambu	Souza; Braga; Penha, 2019
Licor de maracujá com flores de jambu	Marques *et al*., 2020
Licor de maracujá com flores de jambu	Gomes, Morais e Oliveira 2021
Manteiga clarificada adicionada de tucupi e jambu	Farias, Lima e Lima 2019

5. INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Ao tratarmos do âmbito tecnológico do jambu, encontramos na literatura potencial para exercer efeitos anti-inflamatórios, antinociceptivos, diuréticos, antimicrobianos, afrodisíacos, antifúngicos, gastroprotetores, analgésicos e antioxidantes. Tais propriedades são exploradas principalmente na área farmacêutica, dando destaque ao componente principal da *Acmella oleracea*, o espilantol. A singularidade do jambu, dada a presença do espilantol que causa a sensação de formigamento ao ser ingerido, indica a capacidade de fornecer compostos bioativos para o desenvolvimento de medicamentos alternativos para o alívio da dor (Costa; Silva; Miranda, 2024).

Além disso, a presença de antioxidantes na planta tem despertado o interesse dos cientistas na exploração de seus possíveis benefícios para a saúde, incluindo a proteção contra o estresse oxidativo. O reconhecimento crescente da importância das plantas medicinais na busca por alternativas naturais e sustentáveis tem expandido o campo de pesquisas envolvendo a Acmella oleracea, reforçando sua relevância no meio científico. Isso aumenta seu potencial não apenas na criação de novos medicamentos, mas também no desenvolvimento de suplementos alimentares e cosméticos (Costa; Silva; Miranda, 2024).

Para aproveitar adequadamente os benefícios do jambu, é de suma importância uma produção com o mínimo de impacto ambiental. A prática da agricultura convencional sem o uso de agrotóxicos pode contribuir para um cultivo sustentável oferecendo ao consumidor alimentos saudáveis, livres de contaminantes que possam prejudicar tanto quem consome quanto quem produz. Além disso, essa prática ajuda a conservar a biodiversidade e proteger espécies em risco de extinção, estimula a produção de itens regionais e facilita a comercialização direta entre produtor e consumidor final. Também promove a reciclagem de materiais orgânicos, reduzindo a dependência de recursos não renováveis. Um outro aspecto relevante da agricultura convencional, como no cultivo do jambu, é que, além de melhorar a fertilidade do solo, a biodiversidade e outros serviços ecossistêmicos, ela tem o potencial de manter e até aumentar a produtividade, pois prioriza métodos que evitam o uso de químicos como inseticidas (Nascimento, 2019).

6. CONCLUSÃO

O cultivo e comercialização do jambu apresentam um cenário promissor dado o interesse na elaboração de produtos e aplicações nas indústrias de alimentos e farmacêutica gerando valor econômico a hortaliça. A demanda crescente, tanto no mercado interno quanto internacional, impulsiona sua relevância comercial, mas limitações ainda persistem devido à dependência da agricultura familiar e de técnicas convencionais. A adoção de práticas sustentáveis, como o manejo sem o uso de agrotóxicos, é fundamental para garantir a produtividade, preservar o meio ambiente e promover a saúde tanto dos consumidores quanto dos produtores. O avanço de tecnologias como a hidroponia também pode ser um caminho viável para expandir a produção e enfrentar os desafios climáticos que afetam a safra. Ao equilibrar inovação, sustentabilidade e expansão de mercado, o jambu pode se consolidar como uma cultura estratégica no Brasil e no exterior.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas), Edital Resolução N. 002/2024 - POSGRAD 2024/2025, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação – SEDECTI, E Governo do Estado do Amazonas.

REFERÊNCIAS

[1] ALVES, B. A. V., SILVA, S. M. R., DIAS, G. C. Elaboração de linguiça de peixe com jambu. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.5, p.28949-28957, 2020.

[2] ANDRADE, R.F., *et al*., Potencial alelopático de jambu (*Acmella brachyglossa Cass*.) na germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. **Revista Gestão e Secretariado** (GeSec), SãoPaulo, SP, v. 15, n.2, 2024.

[3] BARRAL, D. S., O nível de sombreamento influencia no desempenho agronômico de variedades de jambu (*Acmella oleracea*)? **Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém** (PA), 2021.

[4] BELLUMORI, M., *et al*. *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen: Alkylamides and phenolic compounds in aerial parts and roots of in vitro seedlings. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.** Volume 220, 25, 114991, 2022.

[5] BORGES, L.S. *et al*. Agronegócio das hortaliças, seus desafios e tendências no Estado Pará. **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil, Editora Científica Digital,** Vol. 4, 2022.

[6] COSTA, C. B. C., SILVA, K. A., MIRANDA, M. R., Prospecção tecnológica do potencial terapêutico de moléculas extraídas de *Acmella oleracea* (l.) R.k. jansen (*Spilanthes oleracea*). **Revista de Administração de Roraima -UFRR**, v. 15, 2024.

[7] FARIAS, M. N. S., LIMA, M. C., LIMA, S. C. G. Desenvolvimento de requeijão cremoso light condimentado com jambu, rúcula e manjericão: características físico-químicas e sensoriais. **Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos.** Campinas, SP, 2019.

[8] GOMES, F. P., *et al*. Comparison of powdered and fresh jambu (*Acmella oleracea*). **Heliyon** 3, 2020.

[9] GOMES, S. N. M., MORAIS, B. H. S., OLIVEIRA, L. C. Elaboração e caracterização de manteiga clarificada adicionada de tucupi e jambu (*Acmella oleracea*). **Higiene Alimentar** ; 35(292): e1076, 2021.

[10] LEÃO, M. F., *et al*. Patê de pescado com inclusão de erva Amazônica: alternativa inovadora de consumo. Ciência e Tecnologia do Pescado: Uma Análise Pluralista - Volume 2, **Editora Científica Digital**, 2021.

[11] LIMA, A. A., *et al.* Densidade de plantio e ambientes de cultivo na produção de biomassa de jambu em sistema orgânico. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 5, p. 2234-2240, 2021.

[12] PIRES, I. V., SILVA, A. E., Caracterização e capacidade antioxidante do jambu (*Spilanthes oleracea* L.) in natura procedente do cultivo convencional e de hidroponia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.10, p.74624-74636, 2020.

[13] MARÇAL, E. B. B., *et al*. Avaliação físico-química e sensorial de licor de jambu convencional e enriquecido com própolis. **Anais do 15° SLACAN - Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos e Nutrição**. Campinas, SP, 2023.

[14] MARQUES, L. R. L. H., *et al*., Avaliação nutricional e sensorial de licor de maracujá (Passiflora edulis) com flores de jambu (*Acmella oleracea*). Tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos, v 1, **Editora Científica Digital**, 2020.

[15] MARTINS, A. T. S., *et al*., Influência de corante da beterraba e JAMBU (*Acmella oleracea*) na aceitabilidade de linguiça. **Higiene alimentar**; 33(288/289): 3142-3146, 2019.

[16] MONTEIRO, S. M. F. Desempenho de variedades de jambu cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento. **Universidade Federal Rural da Amazônia Capanema** (PA), 2019.

[17] NASCIMENTO, L. E. S. Jambu (*Acmella oleracea* (l.) R.k. Jansen) hidropônico e convencional: uma comparação baseada nas propriedades físico-químicas e composição fitoquímica, **Universidade Federal**

de Santa Catarina, Florianópolis, 2019

[18] SAMPAIO, I. M. G., *et al*. Production and postharvest quality of jambu in hydroponics under nitrogen application in nutrient solution. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 2, e20197075, 2021.

[19] SILVA, A. O. S. *et al*. Effect of shading and growing season on the agronomic performance of jambu. **Pesq. Agropec.** Trop., Goiânia, v. 53, e77257, 2023.

[20] SILVA, I.F., *et al*., Teor de clorofila e produtividade do jambu sob cultivo hidropônico e solo em diferentes períodos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11 - n.4, 2020.

[21] SOUZA, L. F. A., BRAGA, L. A. C., PENHA, F. B. Produção de conserva de tomate desidratado com jambu: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. **Anais do Simpósio Latino-Americano de Ciências de Alimentos**. Campinas, SP, 2019.

[22] UTHPALA, T. G. G., NAVARATNE, S. B., *Acmella oleracea* Plant; Identification, Applications and Use as an Emerging Food Source–Review. **Food Reviews International**, VOL. 37, NO. 4, 399–414, 2021.

[23] YIEN, R. M. K., *et al*. Alkylamides from *Acmella oleracea*: antinociceptive effectand molecular docking with cannabinoid and TRPV1 receptors. **Produção Nacional Res.**; 37(18):3136-3144, 2023.

Capítulo 2

Filmes e revestimentos comestíveis incorporados de bagaço de uva (Vitis spp.): uma revisão bibliográfica

Priscila Borges de Faria Arquelau
Elizangela Gonçalves de Oliveira

Resumo: Embalagens plásticas apresentam qualidades como durabilidade, resistência e versatilidade. Contudo, são extremamente resistentes à degradação, o que faz com que seu uso extensivo esteja relacionado a problemas ambientais. Neste contexto, o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis ativas é de grande interesse, pois além de partirem de fontes renováveis de energia e decomporem rapidamente, podem interagir com o produto embalado e proporcionar benefícios extras em relação às embalagens convencionais. Diversos tipos de filmes e revestimentos comestíveis têm sido avaliados nas últimas décadas, particularmente aqueles elaborados com resíduos agroalimentares. Neste contexto, o presente trabalho teve o objetivo de realizar uma revisão bibliográfica de estudos referentes aos filmes e revestimentos comestíveis incorporados de bagaço de uva. A pesquisa foi realizada nos bancos de dados Portal de Periódicos CAPES, PubMed, SciELO e *Science Direct*, empregando-se um conjunto de descritores predeterminados. Com base nos resultados foi possível notar que as pesquisas com filmes e revestimentos incorporados de bagaço de uva são relativamente recentes, mas este subproduto se mostra um material promissor a ser empregado como ativo em diversas matrizes poliméricas, dado seu interessante teor de fibras, importante no bom desempenho mecânico e de barreira, e teor de compostos fenólicos com expressivo poder antioxidante e antimicrobiano.

Palavras-chave: conservação de alimentos, embalagens biodegradáveis, resíduo agroalimentar, compostos fenólicos.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, os conceitos de qualidade de vida, sustentabilidade e conservação do meio ambiente têm ganhado maior notoriedade, o que tem elevado o interesse da indústria alimentícia em produzir e ofertar produtos mais próximos aos naturais com maior valor agregado e durabilidade. Desse modo, tem sido crescente o desenvolvimento e aprimoramento de materiais biodegradáveis, tais como filmes e revestimentos comestíveis, que se decompõe rapidamente, minimizando os danos ambientais, tendo em vista que podem ser produzidos a partir de fontes renováveis de energia e/ou resíduos agroalimentares.

Embora filmes e revestimentos comestíveis tenham uma definição análoga, há uma distinção entre eles. O revestimento é uma fina camada de material comestível aplicado diretamente na forma líquida por imersão ou pulverização na superfície do produto que se pretende proteger ou aprimorar no alimento. Enquanto o filme é uma membrana delgada de material comestível ou não formada separadamente do produto, sendo moldado como folha sólida para em seguida, ser aplicado à superfície do alimento como um invólucro nos produtos alimentícios (Arquelau, 2018; Assis & Britto, 2014; Dehghani et al., 2018).

Os polímeros naturais mais utilizados na produção de filmes e revestimentos biodegradáveis são constituídos por polissacarídeos, proteínas e lipídios, empregados isoladamente ou combinados. Nesse sentido, a utilização de resíduos, efluentes, descartes e coprodutos de alimentos, que comumente são utilizados em ração animal, compostagem, geração de energia e como adsorventes, podem ser empregados também no desenvolvimento de filmes e coberturas comestíveis, pois estes são compostos basicamente por água, biopolímero e plastificante (Arquelau, 2018).

Neste contexto, encontram-se as vinícolas que geram aproximadamente 20% de resíduos sólidos e efluentes, constituídos principalmente por cascas, talos e sementes de uva, conhecidas como bagaço de uva, e águas residuais de todo processo produtivo (Bordiga et al., 2019; Fontana et al., 2013; Zhu et al., 2015). O bagaço de uva, em particular, é rico em compostos bioativos com comprovada atividade antioxidante, o que inclui considerável quantidade de polifenóis, antocianinas, resveratrol, flavonóis, catequinas e proantocianidinas (González-Centeno et al., 2013; Kato-Schwartz et al., 2020).

O Brasil produziu 1.748.197 toneladas de uva em 2021, ocupando a 17ª posição na produção mundial de uva (IBGE, 2021). Nesse ano, o Rio Grande do Sul, maior produtor brasileiro de uvas, produziu aproximadamente 160 mil litros de vinho (Mello & Machado, 2021). Considerando que o rendimento médio no processo de transformação da uva em vinho é de 65% (Rizzon et al., 2006), somente neste estado foram geradas 86 mil toneladas de resíduos nas vinícolas, que são passíveis de reaproveitamento.

Considerando este panorama, esse subproduto agroalimentar pode ser utilizado de forma sustentável como ativo para revestimentos e filmes comestíveis, tornando-se uma ferramenta não só para a redução de lixo orgânico, responsável pela proliferação de infecções e contaminação ambiental, como também pelo aumento do aproveitamento de substâncias bioativas que podem melhorar as características funcionais deste tipo de embalagem.

Partindo desses pressupostos, este trabalho tem como objetivo abordar por meio de uma revisão bibliográfica os revestimentos e filmes comestíveis incorporados de bagaço de

uva (*Vitis* spp.) como alternativa para a redução dos impactos ambientais e aumento da viabilidade de reaproveitamento dessa matéria-prima.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado através de consulta bibliográfica a artigos e materiais científicos, compreendidos no período de 2003 a 2023 nos idiomas inglês e português nas bases de dados: Portal de Periódicos CAPES, *United States National Library of Medicine National Institutes of Health* (PubMed), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *Science Direct,* utilizando os seguintes descritores: "uva, *Vitis*, subprodutos da uva, bagaço de uva, compostos bioativos, polifenóis, atividade antioxidante, embalagens biodegradáveis, revestimentos comestíveis, filmes de bagaço de uva", e suas correspondências em inglês. O critério de busca foi a relação entre filmes e revestimentos comestíveis e bagaço de uva, e dados relacionados a produção e compostos bioativos presentes na uva pós processamento. O levantamento de literatura foi organizado em nível geral e específico, sendo criado uma relação de todos os documentos sobre o assunto, e outra relação contemplando somente os documentos que apresentassem dados referentes à especificidade do tema a ser tratado. A busca contemplou um total de 200 estudos, no qual apenas 75 foram selecionados, tendo em vista que preenchiam os critérios abordados no estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DA UVA

Durante o processamento de suco e vinho, são produzidos resíduos sólidos (engaços, cascas, sementes, borras, resíduos de filtração e tartarato) e resíduos líquidos resultantes de lavagens na vinícola, os quais devem ter tratamento apropriado, tendo em vista que apresentam considerável carga poluidora, devido ao alto teor de matéria orgânica e baixo pH, que propiciam o crescimento de microrganismos fermentadores capazes de ocasionar poluição do ar, do solo e de corpos hídricos (Jin et al., 2018; Nerantzis & Tataridis, 2006).

O bagaço de uva, constituído de cascas, talos e sementes de uva, é o principal subproduto gerado, sendo que a proporção de seus componentes depende de fatores como a variedade da uva, o solo, o clima e a safra, gerando grande variabilidade em sua constituição (Bharathirajara et al., 2020). Em geral, o bagaço seco é composto por 5 a 10% de polpa residual, 38 a 52% de sementes e 8 a 20% de casca e engaço (Brenes et al., 2016). A sua composição também é variável e depende dos mesmos fatores, contendo, basicamente, água, fibras, proteínas, lipídios, carboidratos metabolizáveis, minerais e compostos bioativos, conferindo a esses resíduos fontes para o aproveitamento e desenvolvimento de coprodutos de valor agregado para o uso em diferentes segmentos industriais, quer alimentícios ou não (Beres et al., 2017; Tonon et al., 2018).

As sementes de uva são compostas por aproximadamente 60 a 70% de carboidratos não digeríveis, 13 a 19% de óleo e 11% de proteínas, além de possuir minerais, compostos fenólicos como taninos, catequinas, ácidos fenólicos, proantocianidinas oligoméricas e resveratrol, e antioxidantes não fenólicos, como tocoferóis e betacaroteno (Bravi et al., 2007; Campos et al. 2008; Llobera & Cañellas, 2007; Prasain et al., 2009; Yu & Ahmedna, 2013). O óleo presente nas sementes é rico em ácidos graxos insaturados, como ômega-6 e ômega-9, e vitamina E (Maier et al., 2009).

A casca exibe uma variedade de polissacarídeos, provenientes da parede celular, constituída de polissacarídeos neutros (celulose, xiloglucana, arabinana, galactana, xilana e manana) e polissacarídeos ácidos (pectinas, homogalacturonanas, ramnogalacturananas e arabinogalactanas) (González-Centeno et al., 2010). Além disso, é fonte de antocianidinas e antocianinas, pigmentos com propriedades antimutagênicas e antioxidantes por inibição da lipoperoxidação. Os talos, por outro lado, são ricos em taninos, que incluem substâncias fenólicas com potencial farmacológico (Ju & Howard, 2003).

Diante deste cenário, tem sido comprovado o quão promissor é o reaproveitamento dos resíduos do processamento da uva, não somente por questões ambientais, mas também devido a presença de compostos bioativos que não foram completamente removidos na produção, e que podem ser empregados na elaboração de ingredientes e produtos de maior valor agregado.

3.2. APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DA UVA

Considerando que questões legais, ambientais e econômicas têm sido reconsideradas desde a década de 1980, torna-se cada vez mais evidente que o descarte e o aterro de resíduos do processamento da uva apresentam desvantagens ambientais e sociais. Diante deste cenário, novas tecnologias têm sido propostas não apenas para o reaproveitamento na agricultura, mas também para a produção de novos produtos (Nerantzis & Tataridis, 2006).

No Brasil, o principal destino do bagaço de uva ainda é a compostagem ou a alimentação animal. Entretanto, com o crescimento da produção e processamento de uva, o volume de bagaço tem aumentado, o que torna decisiva a implementação de soluções tecnológicas para o aproveitamento desse resíduo agroindustrial. A recuperação do óleo, fibras e compostos bioativos do bagaço de uva possibilita o desenvolvimento de ingredientes e insumos de interesse para a indústria de alimentos, suplementos, cosméticos, medicamentos e combustíveis (Tonon et al., 2018).

O óleo da semente de uva é considerado um coproduto de alto valor agregado, sendo utilizado principalmente nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica. A depender da cultivar, a semente de uva pode conter cerca de 10 a 20% de lipídios, principalmente ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico e ácido oleico (Tonon et al., 2018).

Outro produto derivado do processamento da uva é a farinha de uva, ingrediente obtido após secagem e moagem da casca de uva, podendo ser utilizada na panificação e confeitaria, em barras de cereais, produtos expandidos, suplementos vitamínicos, sucos e aditivos alimentares (Garcia-Lomillo & Gonzalez-Sanjose, 2017). Esse ingrediente apresenta um elevado teor de fibra alimentar, compostos fenólicos e antocianinas. Segundo a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, que dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar, essa farinha pode ser considerada fonte de fibra, visto que apresenta teor superior a 3 g/100 g, valor estabelecido na legislação (Brasil, 2012).

Ao contrário dos demais ingredientes oriundos do bagaço, para a farinha de uva não há necessidade de extração durante seu processamento; deste modo, o processo de obtenção desse produto é mais econômico e tem menor impacto sobre o meio ambiente, resultando em uma abordagem sustentável. Para que as cascas possam ser transformadas em farinha, elas precisam ser estabilizadas para evitar degradação microbiana e enzimática e receber

tratamento térmico adequado para reduzir o risco de fungos contaminantes e formação de micotoxinas (Tonon et al., 2018).

Para os compostos bioativos extraídos da casca ou da semente de uva, há aplicações promissoras nas indústrias alimentícia e cosmética. Na indústria alimentícia, podem ser utilizados como: adjuvantes na conservação de alimentos, por exemplo em produtos cárneos (crus e cozidos) (Ahmad et al., 2015); corante alimentar natural em diferentes matrizes como sobremesas lácteas, sorvetes e bebidas (Garcia-Lomillo & Gonzalez-Sanjose, 2017); coadjuvante tecnológico em produtos lácteos, pois retardam a coagulação do leite e diminui a sinérese (Silva et al., 2015); e suplementos em produtos lácteos fermentados (Karaaslan et al., 2011; Santos et al., 2017) e chás (Bekhit et al., 2011). Na indústria cosmética, os compostos fenólicos antioxidantes têm sido usados na fabricação de cosméticos em geral e como fotoprotetores (Dengo & Ferreira, 2017).

3.3. FILMES E REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS

As embalagens plásticas convencionais derivadas de petróleo são utilizadas há muito tempo devido às seguintes características: excelência nas propriedades mecânicas e de barreira, baixo custo de produção, peso reduzido, elevada resistência e possibilidade de uso na fabricação de peças de diferentes formas, cores e tamanhos (Bona, 2007). No entanto, esses materiais não são renováveis e biodegradáveis, gerando problemas ambientais; deste modo, os filmes biodegradáveis vêm ganhando espaço e sendo cada vez mais estudados e avaliados como matéria-prima para a confecção de embalagens alimentares (Fu et al., 2022; Wang et al., 2022). De igual forma, os revestimentos, muito empregados em frutas e hortaliças, com a finalidade de criar uma membrana entre o produto e seu entorno, também têm sido analisados e desenvolvidos nos últimos anos (Kurek et al., 2014).

Os filmes e os revestimentos se diferem na forma de obtenção e aplicação no alimento. Os revestimentos comestíveis correspondem a soluções ou emulsões de biopolímeros, conhecida como solução filmogênica, que é aplicada na forma líquida por imersão, pulverização ou pincelagem na superfície do alimento que, após secagem, torna-se uma cobertura. Em contrapartida, o filme é uma membrana delgada formada previamente para posterior aplicação no alimento, ou seja, ela é moldada como folha sólida para envolver, cobrir ou reter o produto (Pascall & Lin, 2013; Silva, 2020).

De acordo com Souza e colaboradores (2010), através dos filmes e revestimentos, é possível:

- Controlar a transferência de umidade do produto para o ambiente, diminuindo, consequentemente, a perda de massa e as alterações em sabor, textura e aparência;
- Controlar a troca gasosa (oxigênio, gás carbônico, etileno e compostos voláteis) entre o alimento e o ambiente, diminuindo a taxa respiratória e o escurecimento enzimático, bem como evitando a perda de sabor e cor e a contaminação por odores indesejáveis;
- Manter ou carrear aditivos químicos (antimicrobianos, antioxidantes, modificadores de textura e corantes) na superfície do produto, auxiliando a manutenção da qualidade e reduzindo a deterioração por microrganismos;
- Fornecer proteção contra danos físicos ou rompimento mecânico da casca do produto alimentício revestido;

- Fornecer antioxidantes, antimicrobianos e nutracêuticos ao alimento revestido, melhorando sua qualidade, estabilidade, segurança e funcionalidade.

As matérias-primas empregadas na formação de filmes e revestimentos podem ser de natureza hidrofílica ou hidrofóbica, e apresentam biodegradabilidade, tendo em vista que são derivadas de biopolímeros, que têm a capacidade de formação de uma matriz contínua, homogênea e coesa (Arquelau, 2018). Para que a comestibilidade seja mantida, todos os constituintes utilizados devem ser GRAS (*generally recognized as safe*), ou seja, substâncias reconhecidas como seguras pela Food and Drug Administration (FDA) (Assis & Britto, 2014; Silva, 2020).

A preparação de filmes e revestimentos envolve a utilização de um agente formador de filme (biopolímero), um solvente (água, álcool ou ácido acético) e um plastificante (glicerol, manitol, sorbitol, sacarose, monoglicerídeos, propilenoglicol ou polietilenoglicol). A escolha da melhor técnica de obtenção de filmes e revestimentos dependerá do tipo de polímero e do alimento a ser revestido e do modo de secagem (Costa et al., 2018; Kokoszka & Lenart, 2007).

Os biopolímeros podem ser de origem animal ou vegetal, como polissacarídeos (amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, alginato e carragena) e proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten e proteínas miofibrilares), classificados como filmes ou revestimentos hidrocoloidais; lipídeos (cera de abelha e de carnaúba, parafina, resinas e óleos vegetal e mineral, ácidos graxos, e glicerídeos acetilados); ou compostos, quando há a combinação deles (Luvielmo & Lamas, 2012).

Após o preparo dos filmes e revestimentos, estes são, geralmente, analisados para verificar se suas características funcionais estão relacionadas com o tipo de material polimérico, os métodos de produção e a sua finalidade de aplicação (Guilbert & Gontard, 2005). Dentre as propriedades avaliadas, pode-se citar solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água, espessura, biodegradabilidade, propriedades mecânicas, óticas, térmicas, funcionais e reológicas (Silva et al., 2022).

Os revestimentos e filmes comestíveis elaborados a partir de polissacarídeos e de proteína são hidrofílicos e demonstram ótimas propriedades mecânicas e de barreira a gases, porém são marcados por baixas capacidades de barreira ao vapor d'água (Bonilla et al., 2012; Raghav et al., 2016; Singh et al., 2022). Por outro lado, os revestimentos e filmes lipídicos são brilhantes e têm boa propriedade de barreira à umidade, contudo apresentam propriedades mecânicas reduzidas devido à natureza hidrofóbica (Luvielmo & Lamas, 2012; Pascall & Lin, 2013).

Inúmeros materiais têm sido empregados no preparo dos revestimentos, como amido de milho e gelatina (Bari & Giannouli, 2022; Pellá et al., 2020), gomas arábica, guar, xantana (Tahir et al., 2019), quitosana (Ricardo-Rodrigues et al., 2017; Zhang et al., 2020), alginato e pectina (Andrade et al., 2007), pectina isolada (Ayala-Zavala et al., 2013; Eça et al., 2015), cera de abelha e amido de tapioca (Pérez-Gallardo et al., 2015), proteína do soro do leite (Di Pierro et al., 2011; Ramos et al., 2013) e alguns resíduos agroalimentares, por exemplo, cascas de banana verde (Pelissari et al.; 2013; Tak & Jain, 2019), cascas de banana madura (Arquelau et al., 2019; Silva et al., 2020), sementes de jaca (Santana et al., 2018).

3.4. FILMES E REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS INCORPORADOS DE BAGAÇO DE UVA

A uva apresenta uma quantidade significativa de compostos bioativos que permanecem preservados mesmo após o seu processamento. O bagaço de uva é rico em fibras, ácido ascórbico e compostos polifenólicos com propriedades antioxidantes e antimicrobianas, que podem ser aproveitados na elaboração de novos produtos. O uso de substâncias atóxicas é primordial para o desenvolvimento de filmes ou revestimentos que estejam em contato direto com alimentos, pois a liberação gradual desses componentes bioativos confere atividade antimicrobiana e antioxidante, além de poder melhorar as propriedades mecânicas e de barreira do material utilizado (Da Silva et al., 2022).

Os estudos acerca do uso do bagaço de uva em filmes biodegradáveis e revestimentos são recentes (Tabela 1), sendo focados na adição deste resíduo em diferentes matrizes poliméricas, sendo avaliados parâmetros, tais como propriedades de barreira para a água, gases e outras substâncias de interesse, solubilidade em água e gordura, cor e aparência adequadas, propriedades mecânicas, reológicas e atividade antioxidante e antimicrobiana.

Tabela 1. Filmes e revestimentos incorporados de bagaço de uva

Composição	Objetivo	Referência
Filmes de pectina de baixa metoxilação, alginato de sódio ou Ticafilm® adicionados de bagaço de uva	Avaliação das propriedades físico-químicas, mecânicas, de barreira à água, nutricionais e antibacterianas	Deng e Zhao (2011)
Filmes de quitosana incorporados de diferentes tipos de extratos de bagaço de uva: extrato aquoso quente, extrato clorofórmico e extrato n-hexânico	Avaliação dos efeitos nas propriedades mecânicas e atividade antioxidante	Ferreira et al. (2014)
Filmes de goma arábica e maltodextrina incorporados de antocianinas encapsuladas de bagaço de uva	Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis incorporados com microcápsulas de antocianinas extraídas do bagaço de uva	Stoll (2016)
Filmes de amido incorporados de extrato de bagaço de uva e nanocristal de celulose	Avaliação das propriedades físico-químicas, mecânicas, de barreira à água, nutricionais e antibacterianas	Xu et al. (2017)
Filmes ativos de goma guar com 5% de bagaço de uva	Avaliação da atividade antimicrobiana	Saurabh et al. (2018)
Filmes de quitosana e carboximetilcelulose adicionados de diferentes concentrações de extratos de bagaço de uva vermelha e mirtilo	Avaliação da atividade antioxidante	Kurek et al. (2019)
Filmes de amido adicionados de celulose e nanocristais de celulose extraídas de bagaço de uva	Avaliação da adição de nanocristais de celulose extraídos de bagaço de uva por hidrólise ácida a soluções filmogênicas de amido	Coelho et al. (2020)
Filmes biodegradáveis de quitosana e gelatina incorporados com extratos de semente de uva e casca de jabuticaba	Avaliação da concentração dos extratos e influência da ordem de adição na matriz polimérica nas propriedades mecânicas	Rodrigues et al. (2020)
Filmes de quitosana com subprodutos do mirtilo, da salsa e da uva	Avaliação das propriedades sensoriais, atributos de cor, ocorrência de rachaduras na microestrutura e biodegradabilidade	Tauferova et al. (2021)
Filmes de alginato de sódio e pectina adicionados de bagaço de uva branca (cv Fiano) e vermelha (cv Negroamaro)	Avaliação das propriedades físico-químicas e atividade antioxidante	Gorrasi et al. (2022)

Tabela 1. Filmes e revestimentos incorporados de bagaço de uva (continuação)

Composição	Objetivo	Referência
Revestimentos ativos de goma guar adicionada de extrato de bagaço de uva	Avaliação das atividades antimicrobiana e antioxidante, teor de ácido ascórbico, compostos fenólicos e parâmetros sensoriais aplicados em arilos de romã minimamente processados	Saurabh et al. (2022)
Filmes de álcool polivinílico/gelatina de peixe adicionados de extrato de bagaço de uva	Avaliação do efeito da adição de diferentes concentrações de extrato de bagaço de uva em filmes de álcool polivinílico/gelatina de peixe quanto às propriedades reológicas e atividade antioxidante	Kaynarca et al. (2023)
Filmes de quitosana e goma arábica enriquecidos com extrato de semente de uva	Avaliação das propriedades físico-químicas, morfológicas e térmicas e influência na qualidade e vida útil de biscoitos integrais	Molnar et al. (2023)

Deng & Zhao (2011), analisaram as propriedades físico-químicas, mecânicas, de barreira à água, nutricionais e antibacterianas de filmes de pectina de baixa metoxilação, alginato de sódio ou Ticafilm® adicionados de bagaço de uva. Os filmes comestíveis apresentaram cor atrativa, propriedades mecânicas e de barreira à água significativas, e atividades antioxidantes e antimicrobianas contra *Escherichia coli* e *Listeria innocua* em potencial.

Ferreira et al. (2014) avaliaram os efeitos nas propriedades dos filmes de quitosana incorporados de diferentes tipos de extratos de bagaço de uva: extrato aquoso quente, extrato clorofórmico (cera) e extrato n-hexânico (óleo). Os filmes com o extrato aquoso mostram-se mais homogêneos e lisos. A incorporação de maior proporção de cera e óleo levou a alterações nas propriedades mecânicas dos filmes, nomeadamente menor resistência e rigidez. Os filmes de quitosana apresentaram atividade antioxidante, a depender do método (ABTS, DPPH, FRAP e método do poder redutor), superior ao controle. Desse modo, pode-se dizer que filmes de quitosana produzidos por incorporação dos extratos obtidos do bagaço de uva são promissores para prolongar a vida útil de alimentos.

Filmes com bioativos encapsulados podem ser produzidos, como realizado por Stoll (2016), em que antocianinas provenientes do bagaço da uva foram encapsuladas em diferentes proporções, e posteriormente aplicadas em filmes biodegradáveis de goma arábica e maltodextrina. O estudo demonstrou que os filmes de maltodextrina com antocianinas encapsuladas apresentaram as melhores propriedades mecânicas e maior efeito protetor na oxidação lipídica.

Xu e colaboradores (2017), por sua vez, ao avaliarem filmes de amido incorporados de extrato de bagaço de uva e nanocristal de celulose, notaram que estes revestimentos exibiram melhores resultados quanto às propriedades mecânicas, em especial, a flexibilidade, tendo em vista o poder plastificante conferido pelos compostos fenólicos. Além disso, os filmes ficaram mais opacos com o aumento da concentração de bagaço, característica desejável para embalagens de alimentos que sejam sensíveis à luz, pois ajuda a prevenir a oxidação lipídica. Por fim, aquelas embalagens elaboradas com maior teor de compostos fenólicos apresentaram maior efeito inibitório contra *Staphylococcus aureus*.

A atividade antimicrobiana de filmes com bagaço de uva é notória, como observado também por Saurabh et al. (2018) que, ao elaborarem filmes ativos à base de goma guar com 5% de bagaço de uva, conseguiram demonstrar atividade significativa contra

Escherichia coli, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Salmonella typhimurium*. Anos depois, os mesmos pesquisadores submeteram arilos de romã minimamente processados a tratamento de revestimento à base de goma guar adicionada de extrato de bagaço de uva como agente antimicrobiano. A análise microbiana demonstrou que a amostra controle apresentou aumento da contagem microbiana após 4 dias de armazenamento a 10°C, limitando assim sua vida útil. No entanto, a contagem de mesófilos das amostras tratadas com bagaço a 0,5% foi menor que a controle mesmo após armazenamento de 6 dias a 10°C. Os atributos sensoriais das amostras tratadas foram comparáveis aos arilos frescos durante todo o período de armazenamento. Além disso, a atividade antioxidante e o teor de ácido ascórbico, fenóis totais, antocianinas e flavonoides dos arilos de romã permaneceram inalterados durante o tratamento e armazenamento, indicando a eficácia do extrato de bagaço de uva para aumentar a vida útil deste produto alimentício (Saurabh et al., 2022).

O bagaço de uva pode ser adicionado a vários tipos de matrizes poliméricas. Kurek et al. (2019), compararam filmes à base de quitosana e carboximetilcelulose adicionados de concentrações diferentes de extratos de bagaço de uva vermelha e mirtilo. Independente da concentração, os filmes contendo extrato de casca de uva vermelha apresentaram maior atividade antioxidante em relação aos extratos de mirtilo, e os filmes de quitosana resultaram em filmes mais ativos em relação aos de carboximetilcelulose. Contudo, as duas matrizes com bagaço de uva exibiram resultados significativos.

Rodrigues et al. (2020), por sua vez, desenvolveram filmes biodegradáveis de quitosana e gelatina incorporados com extratos de semente de uva e casca de jabuticaba, sendo avaliados a concentração dos extratos e se a ordem de adição na matriz polimérica afetaria as propriedades dos revestimentos. As coberturas com extratos de semente de uva apresentaram maior teor de fenólicos totais e um comportamento mais elástico do que as coberturas com casca de jabuticaba. Além disso, as propriedades dos filmes foram mais influenciadas pela concentração dos extratos do que pela ordem de adição.

Kaynarca et al., (2023), por outro lado, examinaram o efeito do extrato de bagaço de uva em filmes de álcool polivinílico/gelatina de peixe. A adição de diferentes proporções do extrato (0,5%, 1%, 1,5% e 2%) aos filmes comestíveis melhorou suas propriedades reológicas. A viscosidade aumentou quando 2% de extrato foi adicionado em relação aos filmes sem qualquer adição. A morfologia da superfície indicou que a adição de extrato aumentou as interações poliméricas intermoleculares. Os filmes com extrato de bagaço de uva apresentaram superfícies homogêneas e mais lisas, bem como tiveram melhora nas propriedades do plastificante, aumentando assim a flexibilidade, resultado também encontrado por Xu et al. (2017). A solubilidade em água também melhorou sem comprometer as propriedades de barreira; e por fim, a atividade antioxidante dos filmes aumentou significativamente com a adição de bagaço de uva.

Tauferova et al. (2021) avaliaram filme à base de quitosana com subprodutos do mirtilo, da salsa e da uva quanto às propriedades sensoriais, atributos de cor, ocorrência de rachaduras na microestrutura e biodegradabilidade. Os filmes foram apresentaram baixa intensidade de aroma, superfície relativamente lisa e baixa viscosidade. A qualidade sensorial de todas as amostras foi aceitável, sendo os filmes com bagaço de salsa em todas as concentrações e a amostra contendo 5% de bagaço de uva os mais bem avaliados. A análise da microestrutura da superfície dos filmes mostrou a presença de pequenas rachaduras, mas a função protetora do material não foi interrompida pelo bagaço vegetal adicionado. Além disso, os filmes atingiram altos valores de biodegradação quando avaliados por cultura mista.

A utilização de bagaços de uva de diferentes processos de vinificação abre caminho para a elaboração de novos filmes potencialmente utilizáveis para aplicações em embalagens de alimentos. Gorrasi e colaboradores (2022), por exemplo, avaliaram as propriedades físico-químicas e antioxidantes de filmes de alginato de sódio e pectina adicionados de bagaço de uva branca (cv Fiano) e vermelha (cv Negroamaro) provenientes da vinificação. Os filmes contendo bagaço de uva vermelha apresentaram antocianinas, enquanto os filmes contendo bagaço de uva branca mostraram expressiva quantidade de flavonoides. A atividade antioxidante dos polifenóis resultou em filmes ativos e foi confirmada em teste de migração com simuladores alimentares aquosos. Os filmes incorporados de bagaço de Fiano demonstraram possuir maior módulo de elasticidade em relação aos filmes incorporados de bagaço de Negroamaro.

O bagaço de uva pode ser utilizado como matéria-prima para a extração de celulose e nanocristais de celulose, por hidrólise ácida e adicionados à solução filmogênica de amido, como proposto por Coelho et al. (2020). A incorporação dos nanocristais de celulose foi capaz de diminuir os valores de permeabilidade ao vapor d'água dos filmes e melhoraram as propriedades mecânicas, características importantes em materiais de embalagem de alimentos.

Molnar et al. (2023) investigaram as propriedades físico-químicas, morfológicas e térmicas de filmes comestíveis à base de quitosana e goma arábica enriquecidos com extrato de semente de uva, e sua influência na qualidade e vida útil de biscoitos integrais. A adição de 0,1% de extrato às formulações de filme aumentou significativamente a espessura e a resistência ao vapor d'água, reduzindo a solubilidade em água e a transmissão de luz visível. Além disso, levou a um aumento no teor de fenólicos totais. Consequentemente, o filme levou à menor formação de peróxidos nos biscoitos durante os seis meses de armazenamento e tornou-se mais duros, mas com propriedades sensoriais superiores ao teste controle.

4. CONCLUSÃO

Diante do exposto, percebe-se que os estudos com filmes e revestimentos comestíveis incorporados com bagaço de uva são recentes. Todavia, este subproduto se mostra um material promissor a ser empregado como ativo em diversas matrizes poliméricas, tais como quitosana, amido, carboximetilcelulose, álcool polivinílico/gelatina de peixe, dado seu interessante teor de fibras, importante no bom desempenho mecânico e de barreira dos materiais, além do seu considerável poder antioxidante e antimicrobiano advindo dos compostos fenólicos.

Os filmes biodegradáveis e revestimentos comestíveis já fazem parte do mercado e há múltiplas possibilidades para aplicação em alimentos perecíveis, visto que desempenham um importante papel na conservação desses alimentos, pois desempenham papel de barreira contra gases e umidade, previnem a contaminação microbiana, e mantém as características sensoriais e o valor nutricional deste tipo de produto. Além disso, é possível colaborar com o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis que reduzam os custos e o impacto ambiental, gerado pelo descarte de resíduos agroalimentares.

REFERÊNCIAS

[1] *AHMAD, S.R.; GOKULAKRISHNAN, P.; RIRIPRASAD, R..; YATOO, M. A. Fruit-based natural antioxidants in meat and meat products: a review.* ***Critical Review of Food Science Nutrition****, v. 55, n. 11, p. 1503-1513, 2015. DOI:* https://doi.org/10.1080/10408398.2012.701674

[2] ANDRADE, S.A.C.; BARROS NETO, B.; SALGADO1, S.M.; GUERRA, N.B. Influence of edible coatings in the reduction of solids uptake in osmotically dehydrated Jenipapos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 39-43, 2007.

[3] ARQUELAU, P.B.F. **Desenvolvimento e caracterização de revestimentos comestíveis a partir de farinha de casca de banana (Musa spp.) Prata (AAB)**. 2018, 144f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

[4] ARQUELAU, P.B.F.; SILVA, V.D.M.; GARCIA, M.A.V.T.; ARAÚJO, R.L.B.; FANTE, C.A. Characterization of edible coatings based on ripe "Prata" banana peel flour. **Food Hydrocolloids**, v. 89, p. 570–578, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.11.029

[5] ASSIS, O.B.G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.019

[6] AYALA-ZAVALA, J.F.; SILVA-ESPINOZA, B.A.; CRUZ-VALENZUELA, M.R.; LEYVA, J. M.; ORTEGA-RAMÍREZ, L.A.; CARRAZCO-LUGO, D.K.; PÉREZ-CARLÓN, J.J.; MELGAREJO-FLORES, B.G.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; MIRANDA, M.R.A. Pectin–cinnamon leaf oil coatings add antioxidant and antibacterial properties to fresh-cut peach. ***Flavour*** **and** ***Fragrance*** **Journal**, v. 28, p. 39-45, 2013. DOI: https://doi.org/10.1002/ffj.3125

[7] BARI, A.; GIANNOULI, P. Evaluation of Biodegradable Gelatin and Gelatin–Rice Starch Coatings to Fresh Cut Zucchini Slices. **Horticulturae**, 8, 1031, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/horticulturae8111031

[8] *BEKHIT, A.E.D.; CHENG, V.J.; MCCONNELL, M.; ZHAO, J.H.; SEDCOLE, R.; HARRISON, R. Antioxidant activities, sensory and anti-influenza activity of grape skin tea infusion.* ***Food Chemistry****, v. 129, p. 837-845, 2011. DOI:* https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.032

[9] BERES, C.; COSTA, G.N.S.; CABEZUDO, I.; SILVA-JAMES. N.K.; TELES, A.S.C; CRUZ, A.P.G.; MELLINGER-SILVA, C.; TONON, T.V.; CABRAL, L.M.C.; FREITAS, S.P. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: a review. **Waste Management**, v. 68, p. 581-594, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.017

[10] BHARATHIRAJA, B.; IYYAPPAN, J.; JAYAMUTHUNAGAI, J.; KUMAR, R.P.; SIROHI, R.; GNANSOUNOU, E.; PANDEY, A. Critical review on bioconversion of winery wastes into value-added products. **Industrial Crops and Products**, 158, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112954

[11] BONA, J. C. **Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno**. 2007. 115f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

[12] BONILLA, J.; ATARÉS, L.; VARGAS, M.; CHIRALT, A. Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: Possibilities and limitations. **Journal of Food Engineering**, v. 110, p. 208–213, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.05.034

[13] BORDIGA, M.; TRAVAGLIA, F.; LOCATELLI, M. Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity – a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 4, p. 933–942, 2019. DOI: https://doi.org/10.1111/ijfs.14118

[14] BRASIL. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. [Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar]. Ministério da Saúde. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 12 nov. 2012.

[15] BRAVI, M.; SPINOGLIO, F.; VERDONE, N.; ADAMI, M.; ALIBONI, A.; D'ANDRE, A.; DE SANTIS, A.; FERRI, D. Improving the extraction of a-tocopherol-enriched oil from grape seeds by supercritical CO2. Optimisation of the extraction conditions. **Journal of Food Engineering**, 78, p. 488–493, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.017

[16] BRENES, A.; VIVEROS, A.; CHAMORRO, S.; ARIJA, I. Use of polyphenol-rich grape by-products in

monogastric nutrition. A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 211, p. 1-7, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.016

[17] CAMPOS, L.M.A.S.; LEIMANN, F.V; PEDROSA, R.C.; FERREIRA, S.R.S. Free radical scavenging of grape pomace extracts from Cabernet sauvingnon (*Vitis vinifera*). **Bioresource Technology**, v. 99, n. 17, p. 8413-8420, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.02.058

[18] COELHO, C.C.S. SILVA, R.B.S.; CARVALHO, C.W.P.; ROSSI, A.L.; TEIXEIRA, J.A.; FREITAS-SILVA, O.; CABRAL, L.M.C. Cellulose nanocrystals from grape pomace and their use for the development of starch-based nanocomposite films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 159, p. 1048-061. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.05.046.

[19] DA SILVA, D. J.; OLIVEIRA, M. M.; WANG, S. H.; CARASTAN, D. J.; ROSA, D. S. Designing Antimicrobial Polypropylene Films with Grape Pomace Extract for Food Packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 34, 100929, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100929

[20] DENG, Q; ZHAO, Y. Physicochemical, nutritional, and antimicrobial properties of wine grape (cv. Merlot) pomace extract-based films. **Journal of Food Science**, v. 76(3), p. 309-317, 2011. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02090.x

*[21] DENGO, B.L.; FERREIRA, J.R.N. Avaliação in vitro do potencial fotoprotetor do extrato do bagaço da uva Isabel (Vitis labrusca L). **Evidência**, v. 17, n. 1, p. 45-56, 2017. DOI:* https://doi.org/10.18593/eba.v17i1.13560

[22] DI PIERRO, P.; SORRENTINO, A.; MARINIELLO, L.; GIOSAFATTO, C.V.L.; PORTA, R. Chitosan/whey protein film as active coating to extend ricotta shelf-life. **Food Science and Technology**, v. 44, p. 2324-2327, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.031.

[23] EÇA, K.S.; MACHADO, M.T.; M.D., HUBINGER; MENEGALLI, F.C. Development of active films from pectin and fruit extracts: light protection, antioxidant capacity, and compounds stability. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 11, p. C2389- C2396, 2015. DOI: https://doi.org/10.1111/1750-3841.13074

[24] FERREIRA, A.S.; NUNES, C.; CASTRO, A.; FERREIRA, P.; COIMBRA, M.A. Influence of grape pomace extract incorporation on chitosan films properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 113, p. 490-99, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.07.032

[25] FONTANA, A.R.; ANTONIOLLI, A.; BOTTINI, R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: Extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 38, p. 8987–9003, 2013. DOI: https://doi.org/10.1021/jf402586f

[26] FU, Z.; GUO, S.; WANG, X.; HUANG, Z.; BI, C.; LI, F.; WU, M. Structural, Thermal, Mechanical, and Physicochemical Properties of Corn Starch and Tremella fuciformis Polysaccharide Based Composite Films. **Starch – Stärke**, v. 74, 2100255, 2022. DOI: https://doi.org/10.1002/star.202100255

[27] *GARCIA-LOMILLO, J.; GONZALEZ-SANJOSE, M.L. Applications of wine pomace in the food industry: Approaches and functions. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, p. 3-22, 2017. DOI:* https://doi.org/10.1111/1541-4337.12238

[28] GONZÁLEZ-CENTENO, M.R.; ROSSELLÓ, C.; SIMAL S.; GARAU, M.C.; LÓPEZ, F.; FEMENIA, A. Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: Grape pomaces and stems. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 10, p. 1580–1586, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.024

[29] GONZÁLEZ-CENTENO, M.R.; JOURDES, M.; FEMENIA, A.; SIMAL, S.; ROSSELLÓ, C.; TEISSEDRE, P.L. Characterization of polyphenols and antioxidant potential of white grape pomace byproducts (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 27, n. 61(47), p. 11579-87, 2013. DOI: https://doi.org/10.1021/jf403168k

[30] GORRASI, G.; VISCUSI, G.; GERARDI, C.; LAMBERTI, E.; GIOVINAZZO, G. Physicochemical and Antioxidant Properties of White (Fiano cv) and Red (Negroamaro cv) Grape Pomace Skin Based Films. ***Journal* of Polymers and the Environment**, 30, 3609–3621 (2022). DOI: https://doi.org/10.1007/s10924-022-02463-9

[31] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Uva**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/uva/br>. Acesso em: 06 fev. de 2023.

[32] JIN, Q.; Neilson, A.P.; Stewart, A.C.; O'Keefe, S.F.; KIM, Y.; McGuire, M.; Wilder, G.; Huang, H. Integrated Approach for the Valorization of Red Grape Pomace: Production of Oil, Polyphenols, and Acetone-Butanol-Ethanol. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 6, p. 16279-16286, 2018. DOI: https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b03136

[33] JU, Z.Y.; HOWARD, L.R. Effects of solvent and temperature on pressurized liquid extraction of anthocyanins and total phenolics from dried red grape skin. **Journal of Agricultural and food Chemistry**, 51, p. 5207–5213, 2003. DOI: https://doi.org/10.1021/jf0302106

[34] KARAASLAN, M.; OZDEN, M.; VARDIN, H.; TURKOJLN, H. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. ***LWT – Food Science and Technology****, v. 44, p. 1065–1072, 2011. DOI:* https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.12.009

[35] KATO-SCHWARTZ, C.G; CORRÊA, R.C.G; LIMA, D.S.; SÁ-NAKANISHI, A.B; GONÇALVES, G.A.; SEIXAS, F.A.V. HAMINIUK, C.W.I; BARROS, L., FERREIRA, I.C.F.R.; BRACHT, A.; PERALTA, R.M. Potential anti-diabetic properties of Merlot grape pomace extract: An in vitro, in silico and in vivo study of α-amylase and α-glucosidase inhibition. **Food Research International**, v. 137, p. 109462, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109462

[36] KAYNARCA, G. B.; KAMER, D. D. A.; GUMUS, T.; SAGDIC, O. Characterization of poly(vinyl alcohol)/gelatin films made with winery solid by-product (vinasse) extract. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 35, 101013, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.101013

[37] KOKOSZKA, S.; LENART, A. Edible coatings – formation, characteristics and use – a review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 57, n. 4, p. 399-405, 2007.

[38] KUREK, M.; GALUS, S.; DEBEAUFORT, F. Surface, mechanical and barrier properties of bio-based composite films based on chitosan and whey protein. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 1, n. 1, p. 56–67, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.01.001

[39] KUREK, M.; HLUPIĆ, L.; GAROFULIĆ, I.E.; DESCOURS, E.; ŠČETAR, M.; GALIĆ, K. Comparison of protective supports and antioxidative capacity of two bio-based films with revalorised fruit pomaces extracted from blueberry and red grape skin. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 20, p. 100315, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100315

[40] LLOBERA, A.; CAÑELLAS, J. Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (Vitis vinifera), pomace and stem. **Food Chemistry**, 101, p. 659-666, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.025

[41] LUVIELMO, M.M.; LAMAS, S.V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012. DOI: https://doi.org/10.4013/ete.2012.81.02

[42] MAIER, T.; SCHIEBER, A.; KAMMERER, D.R.; CARLE, R. Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. **Food Chemistry**, v. 112, p. 551-559, 2009. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.005

[43] MELLO, L.M.R.; MACHADO, C.A.E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2020**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2021. 18p. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1135990/vitivinicultura-brasileira-panorama-2020>. Acesso em: 02 fev. 2023.

[44] MOLNAR, D.; NOVOTNI, D.; KUREK, M.; GALIĆ, K.; IVEKOVIĆ, D.; BIONDA, H.; ŠČETAR, M. Characteristics of Edible Films Enriched with Fruit By-products and Their Application on Cookies. **Food Hydrocolloids**, v. 135, p.108191, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108191

[45] NERANTZIS, E.T.; TATARIDIS, P. Integrated enology - utilization of winery wastes for the production of high added value products. **Journal of Science Technology**, v. 1 n. 3 p. 79-89, 2006.

[46] PASCALL, M.A.; LIN; S.J. The Application of Edible Polymeric Films and Coatings in the Food Industry. **Journal of Food Processing & Technology**, v. 4, n. 2, p. 1-2, 2013. DOI: 10.4172/2157-7110.1000e116

[47] PELLÁ, M.C.G.; SILVA, O.A.; PELLÁ, M.G.; BENETON, A.G.; CAETANO, J.; SIMÕES, M.R.; DRAGUNSKI, D.C. Effect of Gelatin and Casein Additions on Starch Edible Biodegradable Films for Fruit Surface Coating. **Food Chemistry**, v. 309, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125764

[48] PELISSARI, F. M.; ANDRADE-MAHECHA, M.M.; SOBRAL, P.J.A.; MENEGALLI, F.C. Comparative study on the properties of flour and starch films of plantain bananas (Musa paradisiaca). **Food**

Hydrocolloids, v. 30, p. 681-690, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.08.007

[49] PÉREZ-GALLARDO, A.; GARCÍA-ALMENDÁREZ, B.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.; PIMENTEL-GONZÁLEZ, D.; REYES-GONZÁLEZ, L.R.; REGALADO, C. Effect of starch-beeswax coatings on quality parameters of blackberries (Rubus spp.). **Journal Food Science Technology**, v. 52, n. 9, p. 5601-5610, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/s13197-014-1665-3

[50] PRASAIN, J.K.; PENG, N.; DAI, Y.; MOORE, R.; ARABSHAHI, A.; WILSON, L.; BARNES, S.; WYSS, M. J.; KIM, H.; WATTS, R.L. Liquid chromatography tandem mass spectrometry identification of proanthocyanidins in rat plasma after oral administration of grape seed extract. **Phytomedicine**, v. 16, p. 233-243, 2009. DOI: https://doi.org/10.1016/j.phymed.2008.08.006

[51] RAGHAV, P.K.; AGARWAL, N.; SAINI, M. Edible coating of fruits and vegetables: A review. **International Journal of Scientific Research and Modern Education**, v. 1, n. 1, 2016.

[52] RAMOS, O.; REINAS, I.; SILVA, S.I.; FERNANDES, J.C.; CERQUEIRA, M.A.; PEREIRA, R.N.; VICENTE, A.A.; POÇAS, M.F.; PINTADO, M.E.; MALCATA, F.X. Effect of whey protein purity and glycerol content upon physical properties of edible films manufactured therefrom. **Food Hydrocolloids**, v. 30, p. 110-122, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.05.001

[53] RICARDO-RODRIGUES, S.; LARANJO, M.; MARTINS, P.; RATO, A.E.; SHAHIDIAN, S.; VAZ, M.; COELHO, R.;; VALVERDE, P.; VIEIRA, F.; AGULHEIRO-SANTOS, A.C. Effect of chitosan and acetic acid on postharvest storage of table grapes. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 40, p. 246-253, 2017. DOI: https://doi.org/10.19084/RCA16021

[54] RIZZON, L.A.; MENEGUZZO, J.; MANFROI, L. **Sistemas de Produção de Vinho Tinto/ Embrapa Uva e Vinho**. 2006. Disponível em https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinho/SistemaProducaoVinhoTinto/recebimento.htm. Acesso em: 20 de mar. 2022.

[55] RODRIGUES, M.A.V.; BERTOLO, M.R.V.; MARANGON, C.A.; MARTINS, V.C.A.; PLEPIS, A.G.M. Chitosan and gelatin materials incorporated with phenolic extracts of grape seed and jabuticaba peel: rheological, physicochemical, antioxidant, antimicrobial and barrier properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 160, p. 769-79, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.05.240

[56] SANTANA, R.F.; SANTANA RF, BONOMO, R.C.F.; GANDOLFI, OR.R.; RODRIGUES, L.B.; SANTOS, L.S.; PIRES, A.C.S.; DE OLIVEIRA, C.P.; FONTAN, R.C.I.; VELOSO, C.M. Characterization of starch-based bioplastics from jackfruit seed plasticized with glycerol. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 278–286, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s13197-017-2936-6

[57] SANTOS, K.M.O.; OLIVEIRA, I.C.; LOPES, M.A.C.; CRUZ, A.P.G.; BURITI, F.C.A.; CABRAL, L.M.C. Addition of grape pomace extract to probiotic fermented goat milk: the effect on phenolic content, probiotic viability and sensory acceptability. ***Journal of the Science of Food and Agriculture****, v. 97, p. 1108-1115, 2017. DOI:* https://doi.org/10.1002/jsfa.7836

[58] SAURABH, C.K.; GUPTA, S.; VARIYAR, P.S. Development of guar gum based active packaging films using grape pomace. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55 (6), p.1982-1992, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s13197-018-3112-3

[59] SAURABH, C.K.; GUPTA, S.; VARIYAR, P.S. Development of grape pomace extract based edible coating for shelf life extension of pomegranate arils. **Journal of Food Measurement & Characterization**, v. 16.1, p. 590-97, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s11694-021-01186-0

[60] SCHWARTZ, C.G.K.; JESUS, J.L.L.; RAMOS, F.A.P.; MEZALIRA, T.S.; FERREIRA, R.G.; OTUTUMI, L.K.; SOARES, A.A. Compostos bioativos do bagaço de uva (*Vitis vinifera*): seus benefícios e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. In: CORDEIRO, C.A.M (Org.). **Tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos - volume 1**. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2020. cap. 37, p. 483-505. DOI: 10.37885/200700653

[61] SILVA, F.D.; MATUMOTO-PINTRO, P.T.; BAZINET, L.; COUILLARD, C.; BRITTEN, M. Effect of commercial grape extracts on the cheese-making properties of milk. ***Journal of Dairy Science****, v. 98, p. 1552-1562, 2015. DOI:* 10.3168/jds.2014-8796

[62] SILVA, V.D.M. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação de filmes comestíveis produzidos com farinha de casca de banana madura e extrato das folhas de Eriobotrya japonica**

Lindl. 2020. 208 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Minas Gerais, Belo Horizonte.

[63] SILVA, V.D.M.; MACEDO, M.C.C.; RODRIGUES, C.G.; SANTOS, A.N.; LOYOLA, A.C.F.; FANTE, C.A. Biodegradable edible films of ripe banana peel and starch enriched with extract of Eriobotrya japonica leaves. **Food Bioscience**, v. 38, 100750, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100750

[64] SILVA, V.D.M.; OLIVEIRA, G.R.S.; REIS, M.C.; CORREIA, V.T.V.; RAMOS, A.L.C.C.; NUNES, B.V. MELO, A.C.; MELO, J.O.F. Filmes e revestimentos comestíveis: conceito, biopolímeros, métodos de preparo e aplicações em alimentos. In: MELO, J. O. F. (Org.). **Ciências agrárias: o avanço da ciência no Brasil - volume 5**. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2022a. cap. 19, p. 268-285. DOI: 10.37885/221211395

[65] SINGH, G.P.; BANGAR, S.P.; YANG, T.; TRIF, M.; KUMAR, V.; KUMAR, D. Effect on the Properties of Edible Starch-Based Films by the Incorporation of Additives: A Review. **Polymers (Basel)**, v.13; n14(10):1987, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/polym14101987

[66] SOUZA, B.W.S.; CERQUEIRA, M.A.; TEIXEIRA, J.A.; VICENTE, A.A. The use of electric fields for edible coatings and films development and production: a review. ***Food Engineering Reviews***, v. 2, p. 244-255, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/s12393-010-9029-x

[67] STOLL, L. **Desenvolvimento e aplicação de filmes biodegradáveis com antioxidantes extraídos a partir de bagaço de uva, um resíduo da indústria vitivinícola**. 2015, 116f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[68] TAHIR, H.E.; XIAOBO, Z.; JIYONG, S.; MAHUNU, G.K.; ARSLAN, M.; ABDALHAI, M.; ZHIHUA, L. Recent Developments in Gum Edible Coating Applications for Fruits and Vegetables Preservation: A Review. **Carbohydrate Polymers**, v. 224, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115141

[69] TAUFEROVA, A.; POSPIECH, M.; JAVURKOVA, Z.; TREMLOVA, B.; DORDEVIC, D.; JANCIKOVA, S.; TESIKOVA, K.; ZDARSKY, M.; VITEZ, T.; VITEZOVA, M. Plant byproducts as part of edible coatings: a case study with parsley, grape and blueberry pomace. **Polymers**, v. 13(15), 2578, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/polym13152578

[70] TONON, R.V.; SILVA, C. M.; GALDEANO, M. C.; SANTOS, K. M. O. **Tecnologias para o aproveitamento integral dos resíduos da indústria vitivinícola**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.

[71] XU, Y.; SCALES, A.; JORDAN, K.; KIM, C.; SISMOUR, E. Starch nanocomposite films incorporating grape pomace extract and cellulose nanocrystal. ***Journal of Applied Polymer Science***, v. 134, 44438, 2017. DOI: https://doi.org/10.1002/app.44438

[72] YU, J.; AHMEDNA, M. Functional components of grape pomace: Their composition, biological properties and potential applications. **International Journal of FoodScience and Technology,** v. 48, p. 221-237, 2013. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03197.x

[73] WANG, B.; XU, X.; FANG, Y.; YAN, S.; CUI, B.; ABD EL-ATY, A.M. Effect of Different Ratios of Glycerol and Erythritol on Properties of Corn Starch-Based Films. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, 882682, 2022. DOI: 10.3389/fnut.2022.882682

[74] ZHANG, W.; LI, X.; JIANG, W. Development of antioxidant chitosan film with banana peels extract and its application as coating in maintaining the storage quality of apple. **International Journal of Biological Macromolecules**, n. 154, p. 1205-1214, 2020. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.275

[75] ZHU, F.; DU, B.; ZHENG, L.; LI, J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. **Food Chemistry**, v. 186, p. 207-212, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.057

Capítulo 3

Encapsulação - tendências e inovações aplicadas a óleos essenciais, corantes, açúcares, probióticos e prebióticos, proteínas e polissacarídeos e embalagens

Naieli Mücke
Naiara Mücke
Fernando Junges
Luana de Carvalho
Gabriela Wolhmuth
Evelyn Kruger
Jesica Antônia Masson Matos
Pollyana Silva Garcia
Eduarda Barbieri da Silva Cruz
Gustavo Barreto Costa
Bruna Aparecida Parede Barco
Paulo Rangel Santos Tonini
Kassia Ayumi Segawa do Amaral
Paula Leticia Neves
Edson Araújo de Almeida
Regiane da Silva Gonzalez

A encapsulação é uma técnica de grande aceitação na área de alimentos, promovendo aumento da efetividade de muitos compostos, por promover uma barreira física entre o componente do núcleo (composto encapsulado) e os outros componentes do produto. Considerando a sua utilização em alimentos, existe uma grande variedade de compostos que podem ser encapsulados, como corantes, probióticos e prébióticos, óleos essenciais, bioativos, entre outros. Nesta técnica, o isolamento do material ativo ocorre através da formação de um invólucro, denominado encapsulante, que pode ser formado por diferentes tipos de materiais (Pereira *et al.,* 2018). Como resultado, é possível controlar reações oxidativas, liberar o material ativo de forma controlada, mascarar sabores, cores ou odores indesejáveis, reduzir a labilidade do material ativo, prolongar a vida útil e proteger os compostos de valor nutricional.

A escolha do encapsulante é primordial, pois influencia tanto a eficiência da encapsulação como a estabilidade da partícula; logo, está relacionado ao sucesso e funcionalidade adequada do sistema de encapsulação. Portanto, é necessário a compreensão físico-química dos mecanismos de encapsulação bem como as possíveis interações dos ativos com as matrizes de invólucro, estabilidade ativa e comportamento de liberação da matriz de invólucro (Timilsena; Haque; Adhikari, 2020).

Existem diferentes técnicas de encapsulação e que são escolhidas com base na natureza do núcleo (sólido, líquido ou gasoso) e do uso pretendido dos produtos acabados. Além disso, a metodologia utilizada tanto para micro/nanoencapsulação varia em suas complexidades (Timilsena; Haque; Adhikari, 2020) e podem empregar processos Químico, Físico-químico e Físico-mecânico (Jyothin *et al.,* 2010). Os métodos de encapsulação podem ser divididos em *top-down* e *bottom-up*. As abordagens *top-down* utilizam ferramentas mecânicas externas de alta energia para reduzir o tamanho e a forma das partículas desenvolvidas em dimensões menores (Liao *et al*., 2021). Já nas abordagens *bottom-up*, diferentes moléculas ou partículas são associadas através do uso de técnicas de baixa energia (Sharma *et al*., 2022; Zubair *et al*., 2022), incluindo a automontagem, inversão de fase e emulsificação espontânea, sendo necessário o controle de fatores como pH, temperatura, concentração e força iônica. Estes métodos de baixa energia também são usados como etapas preparatórias para outros métodos de nanoencapsulação, por exemplo, *spray-drying*, coacervação complexa, extrusão, eletrofiação e eletropulverização (Liao *et al*., 2021).

Recentes avanços em técnicas de análise e caracterização do processo de encapsulação têm sido utilizados visando garantir a alta eficiência de encapsulação e melhorar o perfil de liberação de substâncias ativas ao longo do tempo e sob diferentes condições (Chaudhary *et al.,* 2021). Entre estes avanços podemos citar os métodos de dissolução *in vitro* em condições controladas de pH e temperatura para simular o ambiente onde a liberação ocorrerá e as análises por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) ou espectroscopia no ultravioleta-visível (UV-vis) para monitorar a concentração do agente liberado ao longo do tempo (Alouk; Xu; Cao, 2023). Além disso, com relação à análise da manutenção ou melhora das propriedades dos alimentos podem ser utilizadas técnicas como Colorimetria e Espectrofotometria para avaliação colorimétrica, Calorimetria diferencial de varredura (DSC) para avaliar transição vítrea e cristalinidade, Difração de Raio-X (XRD) para avaliar a presença de cristais ou de material amorfo, Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para determinar tamanho dos cristais e a estrutura da superfície do sólido, ou ainda Ferramentas Estatísticas (modelo de regressão) e Análise de Componentes Principais (PCA), (Constant *et al*., 2021; Teixeira, *et al.,* 2022; Amaral, 2018; Raj; Dash, 2022).

Por se tratar de uma técnica abrangente, neste capítulo serão abordadas algumas tendências e inovações atualmente utilizadas sobre o processo de encapsulação na indústria de alimentos abordando diferentes usos e materiais. Para isto foi realizada a revisão literária de informações de estudos dos últimos 4 (quatro) anos sobre as novas tendências e inovações nos processos de encapsulação de óleos essenciais, corantes, açúcares, probióticos e prebióticos, bem como o emprego de proteínas e polissacarídeos como encapsulantes, e, por fim, a aplicação deste processo em embalagens em que se dará ênfase aos pontos de carbono. Diferentes técnicas utilizadas para analisar e caracterizar partículas serão abordadas, bem como a eficiência de encapsulação e o perfil de liberação. Importante destacar que propriedades térmicas das partículas ou do produto encapsulado e a relação da mesma com a aplicação do produto também serão abordadas.

1. ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais (OE) possuem status GRAS (Geralmente Reconhecido como Seguro) e, portanto, existe forte interesse de sua aplicação na preservação de alimentos devido às suas propriedades bioativas. As tendências na indústria de alimentos sugerem que os consumidores são atraídos por alternativas ecológicas e que usem menor teor de conservantes químicos sintéticos nos alimentos (Jackson-Davis *et al*., 2023). Os óleos essenciais são compostos por aromáticos voláteis extraídos de plantas com potencial de uso em alimentos como aditivos naturais e ingredientes ativos devido às suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e biomédicas (Chacha; Ofoedu; Xiao, 2022; Shetta *et al*., 2024).

Os óleos essenciais são compostos de difícil incorporação em produtos aquosos e apresentam elevada volatilidade. Por isso, tanto o método de extração como o método de aplicação nos alimentos interferem na qualidade e estabilidade destes compostos no produto final (Sundar; Parikh, 2023). A escolha do método de extração depende da porção do material vegetal (flor/folhas/caule) e de sua forma física. Abordagens inovadoras, incluindo micro-ondas (Gavrila *et al*., 2023), ultrassom (Asil; Köroğlu, 2023), calor ôhmico (Zhang *et al*., 2022) e extração assistida por energia solar (Al-Hilphy *et al*., 2022), podem ser acopladas a métodos de extração convencionais para a produção eficaz de óleos essenciais (Murti *et al*., 2023).

Superada a etapa de extração, o uso da encapsulação é uma estratégia promissora para superar desafios de aumentar sua estabilidade e biodisponibilidade (Zhong *et al.*, 2024; Ez-Zoubi *et al*., 2023; Bennacef *et al*., 2023; Ribeiro *et al*., 2024; Xiao; Sundar; Parikh, 2023). Durante a encapsulação o óleo em seu estado líquido é convertido em um material em pó, logo com baixo teor de umidade, o que aumenta a estabilidade oxidativa e possibilita seu transporte e armazenamento (Singh; Kumar; Meghwal, 2022). Com isto, o uso dos óleos essenciais em aplicações alimentares, principalmente como conservantes diretos, tem se intensificado, assim como seu emprego em embalagens ativas, apesar deste último ser comparativamente menos explorado (Mukurumbira *et al*., 2022).

Laina; Droso; Krokida (2024), avaliaram a encapsulação de uma mistura de óleos essenciais (EO) utilizando técnicas de processamento elétro-hidrodinâmico (EHDP), *spray-drying* (pulverização/atomização) e *freeze-drying* (liofilização), visando fornecer subsídios valiosos para o desenvolvimento de produtos alimentícios inovadores com maior bioatividade e estabilidade. O EO, compreendendo óleos de orégano, alecrim, erva-de-são-joão (*hypericum*) e camomila, foi encapsulado em uma matriz de isolado de proteína de soro de leite-pululano (WPI-PL). A eficiência de encapsulação (EE), o

rendimento de encapsulação (EY) e a morfologia das partículas variaram significativamente entre as diferentes técnicas de encapsulação, influenciados pela composição do material encapsulante, pelas propriedades da substância encapsulada e pelos parâmetros do processo de encapsulação. Ao utilizarem a técnica de eletrofiação (EHDP) os autores observaram alta EE e produção de fibras contínuas e uniformes, tornando-a adequada para aplicações que exigem liberação controlada. A atomização forneceu a maior eficiência de encapsulação (89,13% ± 0,44%) e morfologia de partículas favoráveis, adequada para uma ampla gama de aplicações. A liofilização, embora tenha atingido o máximo rendimento de encapsulação (83,16 ± 2,43), correspondeu à menor eficiência de encapsulação, produzindo partículas de alta porosidade, o que pode ser benéfico para aplicações que exigem liberação rápida. Assim, a seleção de uma técnica de encapsulação afeta significativamente a morfologia das partículas e a eficiência de encapsulação. As análises por Reflectância Total Atenuada de Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (ATR-FTIR) verificaram a presença de EO em todas as formulações encapsuladas. A análise de DSC indicou que o aumento do teor de umidade nas amostras reduziu a temperatura de transição vítrea (Tg), uma vez que a água atuou como plastificante na matriz amorfa do carreador encapsulante. A análise do DSC revelou ainda que a técnica de secagem afetou significativamente o Tg de encapsulantes WPI-PL, com liofilização, produzindo encapsulantes com o maior Tg, seguido de *spray-drying* e eletrofiação. O efeito plastificador da água sobre os valores de Tg ressaltam a importância do gerenciamento meticuloso da umidade em produtos encapsulados. A pesquisa contribui para o desenvolvimento de nutrição sustentável e livre de aditivos sintéticos, demonstrando a encapsulação eficaz de óleos essenciais usando biopolímeros naturais, cujos resultados enfatizam a necessidade de escolher técnicas adequadas de encapsulação e secagem com base nas propriedades térmicas e requisitos de aplicação do produto encapsulado.

Almeida *et al.* (2023), ao estudar os efeitos bacteriostático e bactericida de óleos essenciais, desenvolveram microcápsulas contendo óleo essencial de orégano, tomilho e cravo-da-índia com diferentes materiais de parede obtidos por coacervação complexa entre três polímeros diferentes (quitosana, gelatina e goma arábica) e verificaram que a encapsulação influenciou, estaticamente, positivamente o poder inibitório dos óleos ao resultar em Concentrações Inibitórias Mínimas (CIM's) menores às do óleo na forma livre.

As técnicas de eletrofiação e eletropulverização se destacam para encapsular princípios ativos, como óleos essenciais, uma vez que são versáteis e não utilizam altas temperaturas, protegendo assim os compostos bioativos voláteis. Além disso, essas técnicas podem proteger os compostos de condições externas, como pH, luz, umidade, oxigênio e da ação de enzimas, que podem interferir na sua estabilidade, além de aumentar a biodisponibilidade, mascarar sabor/aroma e controlar a liberação desses compostos. Nessas técnicas, a escolha do polímero apropriado para a encapsulação de óleo essencial para a obtenção de materiais capazes de melhorar e preservar suas propriedades bioativas é um fator crítico, sendo as proteínas uma excelente escolha (Pires *et al*., 2023; Coelho *et al.*, 2021).

Outra aplicação importante da encapsulação é a capacidade de formação de sistemas de liberação dos compostos bioativos no momento e local apropriados que pode ser dar como resposta a estímulos externos específicos. O pH, a umidade relativa, a temperatura, o tamanho das partículas, as formas dos sistemas carreadores, a proporção e as propriedades dos materiais carreadores e dos agentes reticulantes são considerados os principais fatores que podem alterar a liberação dos compostos encapsulados. A

encapsulação bem-sucedida de OEs depende, em última análise, dos propósitos e aplicações pretendidos, além da seleção dos tipos de materiais portadores, formas e métodos de desenvolvimento. A combinação de materiais de parede seguros, materiais carreadores biodegradáveis e atóxicos oferece formulações vantajosas para a encapsulação de OEs (Yammine *et al.*, 2024).

Considerando a preocupação dos consumidores, cada vez maior, por produtos alimentícios sem aditivos sintéticos, a encapsulação dos óleos essenciais é uma alternativa viável para melhorar a estabilidade, o que impulsiona a continuidade de pesquisas para otimizar suas aplicações, garantindo cada vez mais, maior segurança e eficácia.

2. CORANTES

Os corantes são aditivos alimentares e não possuem valor nutricional, sendo definidos como substâncias que conferem, intensificam ou restauram a cor de alimentos ou bebidas tornando-os mais atrativos (Guimarães *et al.*, 2023). Os alimentos industrializados durante o seu processamento e/ou estocagem podem sofrer alterações em sua cor natural, ou apresentarem ausência de cor depois desses processamentos, fazendo-se necessário o uso de aditivos químicos, como os corantes sintéticos para suplementar ou realçar a coloração perdida e aumentar a aceitabilidade do produto por parte dos consumidores (Raoul *et al.*, 2022).

Dentre os corantes mais utilizados na indústria de alimentos, e os que os tornam mais atraentes para consumo, estão as nanopartículas de dióxido de titânio (TiO_2) e os corantes alimentares azo. Entretanto, em 2021, a EFSA por meio de estudos, concluiu que o corante dióxido de titânio não pode ser mais considerado seguro quando usado como aditivo alimentar (Raoul *et al.*, 2022) devido à sua genotoxicidade (Liu *et al.*, 2022). Existe uma preocupação e cuidado em relação aos corantes industriais, pois alguns tipos podem ser metabolizados em compostos aromáticos carcinogênicos, teratogênicos e mutagênicos, e causar sérios danos após a entrada no corpo humano (Chen *et al.,* 2022). As preocupações com potenciais problemas de saúde relacionados ao uso e consumo de corantes sintéticos, juntamente com as crescentes demandas dos consumidores por segurança e saúde alimentar, levaram os fabricantes de alimentos a explorar alternativas naturais (Yin *et al.,* 2024). Os corantes naturais apresentam maior segurança de uso, propriedades funcionais e potencial efeito benéfico na saúde. Além disso, podem ser facilmente obtidos de extratos de plantas, vegetais e frutas como o urucum, clorofila, carmim cochonilha, curcumina, carotenos naturais (alfa, beta e gama), vermelho de beterraba e betaninas, ou de extratos obtidos de resíduos naturais como cascas e polpas de frutas, minimizando a disposição de resíduos e gerando um aproveitamento total dos recursos naturais (Santos; Silva; Neta, 2022). Estes corantes, entretanto, são suscetíveis à perda de cor durante o processamento e armazenamento.

A tecnologia de encapsulação possibilita aumentar a estabilidade dos corantes em geral e apresenta a possibilidade de aprisionar corantes insolúveis em água para melhor uso em um sistema aquoso (Kaderides *et al.*, 2024). As principais técnicas utilizadas para encapsular corantes são: *spray-drying*, liofilização, eletrofiação, gelificação, processos de coacervação ou o uso de partículas à base de lipídios através de emulsões ou encapsulação de lipossomas (Cazón; Silva, 2024). A encapsulação é uma alternativa viável para a aplicação dos corantes naturais em alimentos. Isto porque pigmentos naturais quando comparados aos artificiais são mais difíceis de serem incorporados diretamente aos

alimentos e apresentam a necessidade de uma concentração maior para alcançar a mesma intensidade de cor, além de não ser possível obter todos os tons de cores. Fatores químicos e ambientais pH, presença de íons metálicos, exposição à luz, altas temperaturas, oxigênio e atividade enzimática afetam a estabilidade dos corantes naturais (Alouk; Xu; Cao, 2023).

Nesse contexto, a nanoencapsulação de extrato de *Hibiscus sabdariffa* e extrato de *Spirulina platensis*, pelo método de dispersão sólida e avaliação por Análise de Componentes Principais (PCA) é um exemplo da capacidade de formação de compostos de intensidade de cor equivalente aos corantes alimentares artificiais (Teixeira *et al.,* 2022). Além disso, através da encapsulação com biopolímeros como maltodextrina e quitosana é possível formar um invólucro capaz de proteger o corante incorporado em seu interior, como demonstrado para o corante fúngico *Talaromyces amestolkiae* encapsulado por *spray-dryer*, o qual tornou-se resistentes a temperatura e pH extremos (Verissimo *et al.,* 2023). Além disso, os autores desenvolveram partículas pequenas e facilmente dispersáveis com diâmetros internos variando entre 2,58–4,69 μm, as quais mantiveram a maior parte de sua absorbância mesmo após 25 dias, à 65 °C.

O emprego do método de emulsão dupla para encapsulação é uma alternativa viável para uso de diversos corantes como carotenóides, betalaínas, cúrcuma e antocianinas nos sistemas alimentares, sendo capaz de aumentar a estabilidade e facilitar a incorporação dos mesmos nos sistemas alimentares. Em geral, estes corantes *in natura* apresentam baixa estabilidade, solubilidade e dispersibilidade, dificultando a incorporação (Alouk; Xu; Cao, 2023). Nesse contexto, o estudo de Guo *et al.* (2021) demonstra a aplicação de uma emulsão dupla do tipo óleo em água em óleo (o/w/o) para encapsular β-caroteno em hidrogéis de alginato de cálcio. Eles observaram uma correlação positiva entre a eficiência de encapsulação do β-caroteno e a relação entre o tamanho da gotícula externa e interna da emulsão múltipla, com um valor máximo de 50% na emulsão dupla recém-preparada (Guo *et al.,* 2021). Além disso, por microencapsulação de dupla emulsão (água em óleo em água, w/o/w), é possível desenvolver matrizes encapsulante capazes de proteger corantes como clorofila, contido em sua fase aquosa interna composta por gelatina, agar, e óleo de canola com análise das dimensões das partículas por análise de distribuição de tamanho e análise morfológica por microscopia eletrônica (MEV). Os autores estudaram a proteção contra a degradação em condições adversas de pH e temperatura, sendo verificado que o aumento da proporção da fase oleosa melhora a eficiência da encapsulação, enquanto a redução da turbulência e dos materiais de revestimento prejudicam o rendimento do processo (Raei; Ardakani; Daneshi, 2017).

O método de encapsulação de corantes por *spray-dryer* mostrou-se eficaz para encapsular bixina (pigmento de urucum) em maltodextrina, goma-arábica e beta-ciclodextrina (Constant *et al.,* 2021). Nesse trabalho, os autores avaliaram a degradação do pigmento microencapsulado em relação à luz por colorimetria, e através de avaliação estatísticas, utilizando modelo de regressão, verificaram redução na degradação do corante em testes de viscosidade e pH, bem como melhora na solubilidade. Outras técnicas de avaliação e caracterização como MEV e DRX possibilitam verificar a encapsulação de corantes uma vez que possibilitam conhecer como o corante se dispersa no encapsulante. Um outro estudo realizado com carotenóides de *melão Cantaloupe* demonstrou que houve a formação de materiais com um núcleo de corante protegido através da estrutura esférica e sem deformidades na superfície encapsulante, com ausência de formação de cristais, devido a estrutura amorfa das partículas encapsuladas (Amaral, 2018). Além disso, com o uso de Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourie (FTIR) é possível

verificar a existência de interação entre o encapsulante e o encapsulado (Amaral, 2018; Raj; Dash, 2022).

As novas tendências e inovações no campo da encapsulação de corantes visam obter produtos alimentícios com menores teores de aditivos. Considerando os corantes naturais, esta tecnologia tem buscado alcançar a mesma intensidade de cor que os corantes artificiais, além de reduzir a sensibilidade a fatores externos, tanto químicos como ambientais, utilizando-se de técnicas como dispersão sólida, emulsão dupla e *spray-drier* e técnicas modernas de caracterização como MEV, DRX e tratamento estatísticos dos dados por meio de Análise de Componentes Principais (PCA).

3. AÇÚCARES

É válido saber que as moléculas de carboidratos desempenham funções essenciais em uma variedade de processos biológicos e ambientais e têm sido bastante utilizadas em aplicações farmacêuticas na produção de medicamentos antivirais, antibacterianos, antidiabéticos, etc. Dentro dessa classificação, os açúcares simples e derivados se destacam na aplicação em alimentos (Ramaprabha *et al.*, 2024). A tecnologia envolvida no processo de encapsulamento possibilita uma ampla aplicação e benefícios nas áreas alimentícia e farmacêutica podendo controlar a liberação do encapsulado (Estevinho; López-Rubio, 2024; Kato *et al.,* 2023). Estudos mostram a eficiência da encapsulação na liberação controlada e lenta do açúcar, o que é útil para equilibrar seus níveis de ingestão no organismo (Nielsen *et al.,* 2024).

As diferentes propriedades exibidas pelos açúcares estão intimamente ligadas aos grupos funcionais presentes, as formas de interação química, ao tamanho e morfologia das partículas, grau de cristalinidade, etc. Conhecer suas características e entender as propriedades desenvolvidas por esses compostos nos processos de encapsulação é de grande relevância na determinação de suas possíveis aplicações. Nesse sentido, há diversas técnicas comumente aplicadas na caracterização dessas partículas, tais como: FTIR, DRX, MEV, análise de espectroscopia de raios X por energia dispersiva (EDS), análises termogravimétricas (TGA, DTA) e análise de solubilidade (Kunjumon; Viswanathan; Baby, 2021; Vasudevan *et al.*, 2021; Ramirez-Olea; Herrera-Cruz; Chavez-Santoscoy, 2024).

Diversos métodos têm sido aplicados no processo de encapsulação de açúcares dos quais podemos destacar a secagem por pulverização, do inglês spray-drying, que corresponde a um método de alta produtividade, baixo consumo de energia, econômico, de fácil controle e operação (Mohsin *et al.,* 2022). Nesse método, uma solução contendo o açúcar e o material de revestimento são atomizados em uma câmara de secagem quente, formando partículas secas. Uma grande vantagem é a capacidade de ajustar o tamanho das partículas com base na forma e morfologia desejada (Ramirez-Olea; Herrera-Cruz; Chavez- Santoscoy, 2024). A extrusão constitui outra modalidade de método, cuja solução de açúcar com o material de revestimento é submetida a uma matriz, na qual são extrudados, depois passam pelo resfriamento e corte (Nielsen *et al.,* 2024). Outra técnica que também é utilizada é a liofilização, em que o solvente contido na solução do açúcar é sublimado em condições de baixa pressão e temperatura, o que se torna ideal para substâncias termossensíveis. A princípio, é realizado o congelamento rápido, seguido da secagem, onde ocorre a sublimação do solvente com preservação do núcleo, mantendo suas características naturais (Oliveira; Silva; Silva, 2021; Paluco *et al.,* 2023).

Muitas propriedades importantes dos açúcares devem ser analisadas nos produtos encapsulados, tais como: cristalinidade, tamanho dos cristais e temperatura de transição vítrea, isso porque são propriedades determinantes para aplicação final. Características microestruturais e morfológicas dos pós encapsulados, por exemplo, auxiliam no entendimento da eficiência do método de encapsulação. Estudos relatam que materiais encapsulados que são caracterizados com superfície lisa, sem poros ou fissuras visíveis possuem boa eficiência e são capazes de proteger o núcleo, evitando a entrada de fatores externos. A literatura mostra também que a solubilidade é determinante para compreender a facilidade de liberação da substância durante a aplicação. Inclusive, é visto que produtos alimentícios e matrizes de encapsulamento com menor teor de umidade desenvolvem maior estabilidade. Também por técnicas de análise térmica, como a calorimetria exploratória diferencial (DSC), pode ser observado que um aumento no ponto de fusão é capaz de proporcionar a formação de uma estrutura rígida com maior estabilidade térmica (Ramirez-Olea; Herrera- Cruz; Chavez-Santoscoy, 2024; Ramaprabha *et al.*, 2024).

4. PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS

Probióticos são microrganismos que trazem benefícios à saúde, enquanto prebióticos são nutrientes que promovem o crescimento desses microrganismos. A encapsulação de probióticos e prebióticos tem sido promissora na biotecnologia e ciência dos alimentos em razão de seu potencial para produção de alimentos nutracêuticos mais estáveis (Arepally *et al.*, 2023). O processo de encapsulação protege os probióticos e permite sua liberação controlada para maximizar seus benefícios à saúde. Ao construir uma barreira funcional entre o microrganismo e o ambiente externo, o agente encapsulante impede que os probióticos sejam degradados em condições físicas e químicas (Razavi *et al.*, 2021).

Diferentes abordagens, como a seleção de cepas resistentes e o uso de agentes encapsulantes, são utilizadas para garantir a sobrevivência e a liberação adequada desses compostos (Mendes; Chronakis, 2021). Pensando nisso, alguns estudos surgem propondo a combinação de vários materiais e até mesmo utilizando técnicas de multicamadas a fim de se alcançar melhores resultados. Etchepare *et al.* (2020) analisaram a viabilidade de bactérias lácteas encapsuladas em partículas de alginato de cálcio revestidas com até três níveis de multicamadas. A eficiência da encapsulação obtida superou 80% para todos os tratamentos, destacando-se com 91,85% a partícula de alginato que recebeu uma camada de soro de leite na concentração de 4%. As partículas com três camadas apresentaram menor eficiência de encapsulação, e isso pode ser explicado pelo aumento da viscosidade da solução a qual reduz a retenção do material encapsulado e sua incorporação no alginato. Por microscopias óptica e eletrônica foi possível verificar a formação de micropartículas de formato esférico, contendo os micro-organismos distribuídos homogeneamente (material ativo) na matriz de alginato (agente encapsulante) em todo o interior da partícula.

Em um estudo recente, D'Alessandro *et al.* (2023) encapsularam probióticos vaginais utilizando como encapsulante bebida de soja comercial (9,04% de sólidos totais, 9,8 ◦Brix, pH 6,64, 1,8% de gorduras, 2,8% de carboidratos, 3% de proteínas e 0,4% de fibras) e o método de secagem por pulverização/atomização (*spray-dryer*) a 110°C e produção de bebidas fermentadas de soja. Os autores perceberam que os probióticos continuavam viáveis em condições simuladas do trato gastrointestinal (TGI) e que as propriedades reológicas foram influenciadas por alguns fatores, como a composição da

bebida, que pode alterar a viscosidade; ao tipo de cepas de bebidas lácticas, ou ainda as condições de fermentação, que podem converter a bebida de um fluido newtoniano para um fluido não newtoniano pela produção de soro na bebida. O estudo demonstrou que a aplicação dos probióticos nas bebidas de soja apesar de não ter sido bem aceita na análise sensorial, demonstrou que a encapsulação foi eficaz e manteve os bioativos viáveis no TGI, utilizando uma técnica de baixo custo e amplamente utilizada na indústria alimentícia.

Outro trabalho atual envolvendo encapsulação de probióticos utilizou o método de emulsificação de duas etapas (água/óleo/água, w/o/w) para melhorar a entrega desses bioativos no TGI. Os autores realizaram análise microestrutural de força atômica para caracterizar as partículas, e perceberam que a adição de *Lactobacillus plantarum* a 0,3% favoreceu a formação de um biofilme mais homogêneo com estrutura em rede, melhorando a estabilidade. A análise de Microscopia Confocal de Varredura a Laser também demonstrou melhor adsorção à interface água-óleo na quantidade de 0,3% e formação de gotículas com distribuição de tamanho mais homogêneas e menos agregadas (Zhou *et al.*, 2024).

Outra pesquisa inovadora, utilizou a encapsulação eletrohidrodinâmica como técnica para proteger *Lactiplantibacillus plantarum CRD7* e *Lacticaseibacillus rhamnosus CRD11*. Por meio da análise de microscopia eletrônica de varredura foi possível inspecionar a estrutura e a morfologia superficial das amostras, sendo possível constatar a formação de partículas com superfícies lisas em formato de bacilos e uma aparência celular íntegra. Através das análises de fluorescência foi possível confirmar a integridade da membrana após a encapsulação. Os autores concluíram que a metodologia usada permitiu validar o uso das bactérias como seguro, uma vez que não houve toxicidade para células epiteliais humanas e, portanto, podem ser potencialmente aplicadas em alimentos (Varada *et al*., 2023).

Para a encapsulação de probióticos atualmente está em expansão a utilização da impressão 3D, através da qual é possível a criação de cápsulas personalizadas e com liberação controlada. Esta técnica possui vantagens substanciais em termos de personalização, precisão na liberação, combinação de múltiplos ingredientes ativos e eficiência de produção, potencialmente revolucionando a indústria de alimentos funcionais e suplementos alimentares (Yoha *et. al.* 2021).

Em relação às inovações envolvendo os prebióticos, os estudos vêm demonstrando que os carboidratos oligossacarídeos e polissacarídeos não digeríveis promovem o desenvolvimento do probiótico. Como exemplo têm-se o amido resistente, a goma arábica e os frutooligossacarídeos (FOS), galactooligossacarídeos (GOS) e inulina. Nesse sentido, a encapsulação multifuncional é outro ramo em expansão, combinando probióticos com prebióticos (simbióticos) dentro da mesma cápsula para promover efeitos sinérgicos, o que resulta na melhora da colonização, além de atuar como uma fonte imediata de nutrientes (Gu *et al*., 2022).

Há também a técnica de co-microencapsulação, em que dois ou mais compostos bioativos são transportados no mesmo sistema encapsulante (Liu *et al*, 2022). Diversas pesquisas constataram que a co-microencapsulação aumenta a estabilidade do probiótico em diferentes temperaturas e por longos períodos de tempo. Como exemplos podemos destacar o uso de extrato de mirtilo na sobrevivência de *Lactobacillus rhamnosus* (NeuenfeldT *et al.,* 2022), o extrato da casca de cebola roxa na viabilidade e estabilidade de *Lactobacillus casei LC03* (Raddatz *et al.*, 2022) e o extrato de semente de mombin amarelo como veículo de probiótico (Oliveira *et al.*, 2024).

Ramadan *et al.* (2024) micro encapsularam probióticos e óleos de cravo e canela como agentes hepatoprotetores para produção de bolo funcional. A eficiência da encapsulação foi de 86,28% para o óleo de cravo e 91,75% para o óleo de canela. Além disso, foram obtidas contagens de probióticos acima do limiar para efeitos terapêuticos, concordando com os resultados obtidos por Arslan-Tontul *et al.,* (2019) em outro estudo, no qual probióticos foram microencapsulados com dupla camada para utilização em bolos. A microencapsulação protegeu os compostos dentro de matrizes poliméricas, preservando a atividade dos compostos fenólicos e a viabilidade probiótica (Oliveira *et al*, 2024).

As novas tendências e inovações no campo da encapsulação de probióticos e prebióticos estão focadas em melhorar a viabilidade, proteção e entrega desses compostos no trato gastrointestinal. Materiais biodegradáveis, nanotecnologia e técnicas avançadas de microencapsulação são algumas das abordagens promissoras. No entanto, desafios como escalabilidade, custo e regulamentação precisam ser superados para a plena implementação dessas tecnologias na indústria. A pesquisa contínua e a colaboração entre cientistas, engenheiros e reguladores serão essenciais para avançar neste campo e proporcionar benefícios substanciais à saúde humana.

5. PROTEÍNAS E POLISSACARÍDEOS COMO ENCAPSULANTES

A encapsulação utilizando proteínas como material de parede é um processo amplamente utilizado para o processamento de alimentos funcionais (Zabot *et al.*, 2022), uma vez que as mesmas possuem capacidade emulsificante, gelificante e formadoras de filme (HAN *et al.,* 2022) podendo também auxiliar na preservação de compostos com baixa estabilidade e na biodisponibilidade de tais compostos (Lekshmi *et al.*, 2024).

As proteínas, com seus diversos grupos funcionais, são eficazes na interação com compostos hidrofílicos e hidrofóbicos Montes (2023). Ao usar as proteínas como material de parede, elas podem ser organizadas de maneira ordenada e otimizada para desempenhar funções específicas, como transporte seletivo ou proteção contra condições ambientais adversas. Por outro lado, encapsular proteínas pode ser mais complexo, e para garantir a estabilidade e a eficácia da carga proteica é necessário controlar a interação funcional das proteínas com o ambiente circundante (Afzal *et al.,* 2024). Ressaltando esta problemática, Fu *et al.* (2020) observaram desafios na encapsulação utilizando proteína como material de parede, como cápsulas com rachaduras e forma esférica colapsada e rugosidade na superfície. Os autores observaram que polissacarídeos podem ser usados juntamente para melhorar a morfologia das partículas e a eficiência da encapsulação. Nesse contexto, Nath *et al.* (2023) destacaram que a incorporação de polissacarídeos em matrizes de proteínas resulta na formação de materiais com melhores propriedades gelificantes e com melhores propriedades mecânicas e de textura (Nath *et al.*, 2023).

Diferentes proteínas ou complexos de proteína-polissacarídeos (Bhuva *et al.,* 2024; Liu *et al.,* 2022, Song *et al.,* 2022) podem ser utilizadas na encapsulação de diferentes compostos como ácidos graxos (Bhuva *et al.,* 2024), óleos essenciais, pigmentos (Ghobadi *et al.,* 2021; Liu *et al.,* 2022) assim como co-encapsulação de β-galactosidase (βg) e vitamina C (VC) (Hosseinnia *et al.,* 2024).

A proteína como encapsulante atua como uma matriz capaz de aumentar a solubilidade e estabilidade do encapsulado. Trabalhos realizados com pigmentos demonstraram a tendência destes em se dispersarem na matriz encapsulante de forma amorfa em restrição a estrutura cristalina, demonstrando elevada interação entre o núcleo e o

encapsulante (Ghobadi *et al.* 2021; Liu *et al.,* 2022). Liu *et al.* (2022) encapsulou norbixin utilizando as proteínas, caseinato de sódio (SC), isolado de proteína de soro de leite (WPI) e isolado de proteína de soja (SPI) e verificaram, por análises de difração de raios X e infravermelho, a formação de ligação de hidrogênio entre norbixin e a matriz proteica, bem como a formação de fase amorfa e hidrofóbica do norbixin quando a carboxila é protonada em pH baixo, levando a interações diferentes com proteínas em ácidos fortes e fracos. Ghobadi *et al.* (2021) verificaram por DSC maior estabilidade térmica da curcumina encapsulada em proteína de ervilha isolada e goma de semente de *Alyssum homolocarpum* (AHSG). Além disso, foi verificada a ocorrência de alteração na cristalinidade da curcumina, a qual possui estrutura amorfa quando encapsulada, o que levou a redução da liberação nas condições gastrointestinais.

Considerando as interações entre o encapsulante e o núcleo, Song *et al*. (2022) revisaram com detalhes os desafios de encapsulação de antocianinas com biopolímeros (polissacarídeos como amido, pectina, quitosana, celulose, mucilagens e proteínas como do soro do leite, caseinato, gelatina e proteína de soja). Os autores abordaram que as proteínas por possuírem uma região hidrofóbica podem interagir com o anel benzênico das antocianinas enquanto os grupos amina e carbonila das proteínas formam ligações de hidrogênio com a região hidrofílica. Entre os métodos, a coacervação complexa tem recebido uma crescente atenção, visto que apresenta liberação controlada, boa capacidade de carga e condições de operação suaves.

A estabilidade do sistema encapsulado pode ser analisada por calorimetria diferencial de varredura (DSC). Ozdemir *et al.*(2021) observou a eficiência da encapsulação do óleo essencial de manjericão por *spray-dryer*, utilizando combinações de goma arábica (GA), proteína do soro do leite isolado (WPI) e maltodextrina (MD). A eficiência de encapsulação variou de 82,34% a 87,19%, sendo GA:WPI:MD o mais alto e com maior taxa de liberação de Eugenol. Os autores verificaram que as formulações GA:WPI:MD (1:1:1, p/p) mostraram comportamento de afinamento por cisalhamento enquanto as formulações WPI:MD (1:1, p/p) se comportaram como um fluido newtoniano, sendo observado por DSC estabilidade térmica ideal e adequada ao sistema com valores mais elevados de Tg obtidos para as formulações GA:WPI e GA:WPI:MD.

Considerando a encapsulação por emulsão, é possível observar que vários métodos são utilizados para evaporar solventes de emulsões durante a encapsulação, visando prolongar a vida útil, controlar a liberação e preservar compostos bioativos, como secagem por *spray-drying* (pulverização/atomização) e *freeze-drying* (liofilização) (Xin, *et al.*, 2024). Entretanto, não estão completamente estabelecidas as funções de carboidratos e proteínas para proteção de óleo voláteis utilizando secagem por pulverização. Em geral, os carboidratos tendem a formar estruturas amorfas (vítreas) como barreira para oxigênio, porém a atuação das proteínas ainda é desconhecida. Além disso, é necessário controlar o teor de proteína, que uma vez em excesso resulta em menor densidade da matriz indicando maior porosidade (Francisco *et al.,* 2021). Outro fator importante a ser considerado são as altas temperaturas do *spray-drier* e a estrutura porosa da matriz resultante do processo de liofilização, as quais afetam a estabilidade e permanência do óleo no encapsulante. O efeito da temperatura é um fator reconhecido na literatura em que temperaturas superiores a 150º C podem quebrar o equilíbrio entre a taxa de evaporação da água e a formação de filme, resultando na quebra do sistema de parede da emulsão de microcápsulas e consequente diminuição da EE (Salimi.; Maghsouslou; Jafari, 2018).

Nesse contexto, a encapsulação assistida por micro-ondas surge como uma alternativa capaz de superar limitações de técnicas que utilizam alta temperatura ou que produzem estrutura porosa, podendo encapsular, por exemplo, óleo de amendoim em um complexo de proteína-polissacarídeo. Nesse processo, a secagem por micro-ondas é capaz de prevenir a oxidação dos ácidos graxos insaturados, especialmente os poli-insaturados, suscetíveis a formação de compostos nocivos durante o processamento e armazenamento (Bhuva *et al.,* 2024).

A utilização de onda de ultrassom e a adição de compostos em combinação com as proteínas como no caso da goma arábica (GA) podem melhorar significativamente a eficiência de encapsulação, no qual a zeína apresentou eficiência de 26,19%, o complexo zeína e GA 55,85 % e após a sonificação 74,2%. A sonicação favorece a formação de partículas por coacervação, formando partículas menores e mais homogêneas devido a interações por ligações de hidrogênio e dispersão de London (Liu *et al.,* 2022).

Pensando em uma perspectiva futura o uso da técnica eletrodinâmica vêm crescendo na indústria, como destacado na pesquisa de Pires *et al.*, (2022), que analisaram a encapsulação de curcumina em cápsulas e fibras de fécula de batata por *eletrospray* e eletrofiação. Por meio de análises térmicas (TGA) os autores demonstraram um aumento na estabilidade térmica das cápsulas contendo curcumina. As cápsulas contendo curcumina aumentaram o diâmetro variando de 1373 nm a 1787 nm, já adição da mesma às fibras diminuiu de 237 nm para 108 nm a 116 nm e a capacidade de carga da curcumina variou de 79,01% a 96,20%.

Diante disso, é notório que a encapsulação com proteínas como material de parede, combinadas ou não com polissacarídeos, oferece inúmeras vantagens para a indústria alimentícia, incluindo a proteção de compostos sensíveis, controle da liberação de nutrientes e melhoria da estabilidade dos produtos, devido às suas propriedades físico-químicas. As novas tendências na encapsulação de proteínas buscam aprimorar a estabilidade, funcionalidade e liberação controlada de compostos bioativos em alimentos. Contudo, desafios como a complexidade do processo, a necessidade de sistemas estabilizantes e a interação com outros componentes precisam ser superados para garantir eficácia. Técnicas como secagem por *spray*, liofilização e métodos emergentes, como encapsulação assistida por micro-ondas e ultrassom, vêm sendo exploradas para otimizar a estabilidade e a biodisponibilidade dos compostos encapsulados. Apesar dos avanços, a viabilidade econômica e a escalabilidade ainda limitam a aplicação industrial, sendo a pesquisa contínua e a colaboração interdisciplinar essenciais para impulsionar a implementação dessas tecnologias e melhorar a qualidade nutricional dos alimentos.

6. ENCAPSULAÇÃO EM EMBALAGENS E FILMES

Considerando a importância que os alimentos têm como fonte crucial para o desenvolvimento e saúde dos indivíduos é legítima as preocupações dos consumidores com a qualidade dos mesmos. Em função disso, as embalagens em geral (plásticos, vidro, metais e papéis e seus compósitos) se destacam, pois atendem aos propósitos de segurança dos produtos alimentícios, conferindo facilidade de manuseio e transporte, podendo evitar contaminação. No entanto, nem toda embalagem é inerte, podendo transferir materiais nocivos e interagir com os alimentos causando diferentes impactos na segurança alimentar e na saúde humana (Sharma, *et al.,* 2022). Assim, embalagens produzidas com polímeros naturais ou biopolímeros, e os revestimentos e filmes comestíveis, têm se tornado uma alternativa para produção de embalagens, uma vez que

as mesmas desempenham um papel primordial na manutenção das características organolépticas dos produtos alimentares e na minimização da propagação de microrganismos (Mukurumbira, *et al.,* 2022 Sharma, *et al.*2022).

A principal finalidade de aplicação de revestimentos (filmes e embalagens) de alimentos é a segurança alimentar, agregando além da funcionalidade de prevenir contaminação microbiológica, a capacidade de prolongar a vida de prateleira (embalagens ativas). Além disso, para a indicação de alterações ou reações indesejáveis, como oxidação térmica e degradação pela luz, existem as embalagens inteligentes (Ashfaq *et al.,* 2022; Chaudhary *et al.*, 2022; Ranjha *et al.,* 2022; Matthes; Schmid, 2024).

Nesse contexto, o conceito de *smart packaging* inclui as embalagens ativas e as inteligentes (Kamita; Vignolini; Dumanli, 2023). Na União Europeia, a possibilidade de lançar sistemas de embalagens alimentares ativas está autorizada desde 2009 pelo regulamento (CE) N.o 450/2009. No entanto, apenas moléculas com status de aditivo alimentar ou ingrediente alimentar podem ser liberadas desses sistemas de embalagens para os alimentos.

A utilização de compostos ativos encapsulados e incorporados aos sistemas de revestimento leva à formação de materiais capazes de liberar de forma controlada o princípio ativo, cuja cinética pode ser dependente de parâmetros como tempo e temperatura de armazenamento, natureza do alimento, entre outros (Alouk; Xu; Cao, 2023). Para isto, por exemplo, diferentes formulações à base de hidrogel têm sido amplamente utilizadas para a encapsulação de compostos bioativos, uma vez que a formação de gel limita ou retarda o transporte molecular destes compostos podendo então reduzir os sabores desagradáveis induzidos por vários compostos bioativos e medicamentos. Além disso, apresentam a vantagem de atuarem como intensificadores de saber, o que resulta na redução do uso de intensificadores de sabor, como sal e açúcar. Em alimentos líquidos, como bebidas, o sabor e a textura dos géis podem ser imperceptíveis quando adequadamente integrados num líquido em tamanho drasticamente reduzido (Nath *et al.,* 2023). A utilização de materiais como gelatina, proteína de soja, amido de milho e mamão, para preparar filmes de embalagem biodegradáveis e comestíveis são uma alternativa eficaz para a produção de embalagens de alimentos (Ashfaq *et al.,* 2022).

A utilização do processo de encapsulação de pontos de carbono dopados com nitrogênio (NPCD) em filme à base de carboximetilcelulose (CMC) e ágar tem sido uma alternativa moderna na produção de embalagens ativas. Estes materiais levam à formação de materiais com comprovada atividade antioxidante, antibacteriana, além de aumentar as propriedades físico-químicas e bloqueio UV sem comprometer a transparência (Tammina; Rhim, 2023). O óleo essencial de casca de laranja amarga (BE) incorporado à nanofibra de Eudragit ® (Eu) e colágeno (Co) (70:30) resultou em redução do diâmetro das fibras (211,6 nm), aumento da resistência à tração (8,5 MPa) e aumento da porosidade (73,5%) além de atribuir atividade antioxidante, antimicrobiana e biocompatibilidade (Talib Al-Sudani *et al.,* 2024). Filmes de bionanocompósitos de mucilagem de Salep contendo nanolipossomas de *Allium jesdianum Boiss* apresentaram atividade antimicrobiana (Ekrami *et al.,* 2022). Encapsulação de probióticos em matrizes de biopolímeros podem surgir como alternativa aos filmes tradicionais devido à alta capacidade antimicrobiana dos probióticos e de seus metabólitos (Yang *et al.,* 2024).

Considerando o conceito de *smart packaging*, que inclui as embalagens ativas e as inteligentes, um temporizador comestível e biocompatível foi obtido explorando as mudanças dinâmicas de cor das fases mesofásicas líquido-cristalinas colestericas de

celulose hidroxipropilada (HPC) em suspensões aquosas. Para isto, o HPC foi encapsulado entre membranas semipermeáveis feitas de shellac e utilizado como sensor (Kamita; Vignolini; Dumanli, 2023). Além disso, embalagens antioxidantes e antimicrobianas que retardam a deterioração dos alimentos são consideradas ativas. Assim, o uso de substâncias naturais encapsuladas e pontos de carbono em filmes ativos podem ser uma alternativa para a produção das mesmas (Matthes; Schmid, 2024). Fitocompostos e compostos ativos encapsulados e incorporados aos sistemas de revestimento, com um mecanismo de liberação cuja cinética depende de vários parâmetros (tempo e temperatura de armazenamento, natureza do alimento, entre outros), também podem ser aplicados em embalagens (Alouk; Xu; Cao, 2023). Diferentes formulações à base de hidrogel são amplamente utilizadas para a encapsulação de compostos bioativos, a exemplo de polissacarídeos incorporados nas proteínas os quais produzem materiais com melhores propriedades gelificantes dos géis proteicos após a hidratação, além de formar uma rede de gel densa e contínua, melhorando a adesividade, a dureza e a mastigabilidade dos hidrogéis. As partículas de amido, quando ligadas de forma compacta às proteínas, causam empacotamento da matriz ao expandir os grânulos de amido o que resulta no fortalecimento das qualidades texturais e mecânicas (Nath *et al.,* 2023).

Com relação às técnicas utilizadas para caracterização dos filmes e revestimentos, a microscopia eletrônica de varredura (MEV) é utilizada no controle de qualidade de filmes para avaliar corrosão, vazamento e características estruturais do filme, fornecendo informações de alterações nas qualidades microscópicas da embalagem e das partículas que podem alterar essas propriedades (Talib Al-Sudani *et al.,*2024; Kamita; Vignolini; Dumanli, 2023; Ekrami *et al.,* 2022). A microscopia de força atômica (AFM) (Ekrami *et al.,* 2022) e microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo (FE-MEV) também são utilizadas para obtenção de informações sobre a estrutura e morfologia do material. Além disso, é possível, através da espectroscopia de raio X (XPS) e da calorimetria diferencial de varredura (DSC), obter dados da microestrutura (Tammina; Rhim, 2023) e das propriedades térmicas do material (Ozdemir *et al.*, 2021). É possível, também, caracterizar a composição e a estrutura química desses materiais por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) (Talib Al-SudanI *et al.,* 2024) e Reflectância Total Atenuada - Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (ATR-FTIR) (Tammina; Rhim, 2023), assim como através das medidas de reflectometria obter dados de intensidade da cor, espessura do filme e índice de refração (Kamita; Vignolini; Dumanli, 2023). Outra caracterização importante dos filmes e revestimento é a avaliação das propriedades mecânicas, ópticas e de permeabilidade de vapor de água (WVP) (Tammina; Rhim, 2023).

A análise e caracterização de partículas encapsuladas são fundamentais para otimizar a eficiência de encapsulação e o perfil de liberação, especialmente em embalagens avançadas. As técnicas mencionadas oferecem uma compreensão detalhada das propriedades das partículas e permitem o desenvolvimento de sistemas de liberação mais eficientes e controlados. A pesquisa contínua e o desenvolvimento de novas metodologias são essenciais para avanços nessa área, garantindo a eficácia e a segurança dos produtos encapsulados.

As novas tendências e inovações sobre encapsulação, combinadas com técnicas avançadas de análise e caracterização, continuam a expandir as aplicações e a eficácia dos produtos encapsulados. A pesquisa contínua e a otimização das propriedades térmicas e de liberação das partículas encapsuladas prometem avanços significativos na funcionalidade e qualidade dos alimentos.

REFERÊNCIAS

[1] AFZAL, A. *et al.* Milk protein based encapsulation of probiotics and other food material: comprehensive review. **International Journal of Food Properties**, v. 27, n. 1, p. 245-262, 2024.

[2] AL-HILPHY, A. R. *et al.* Solar energy-based extraction of essential oils from cloves, cinnamon, orange, lemon, eucalyptus, and cardamom: A clean energy technology for green extraction. **Journal of Food Process Engineering**, v.45, n.6, p.e14038, 2022.

[3] ALMEIDA, J. M. de *et al.* Antimicrobial action of Oregano, Thyme, Clove, Cinnamon and Black pepper essential oils free and encapsulated against foodborne pathogens. **Food Control**, v. 144, p.109356, 2023.

[4] ALOUK, I.; XU, D.; CAO,Y. Encapsulation of natural pigments by double emulsion: A review**. Food Bioscience**, v. 56, p.103411, 2023.

[5] AMARAL, Mary Louize Querino de Araujo. **Obtenção e caracterização de encapsulado a base de extrato rico em carotenoides de melão cantaloupe (cucumis melo l. cantalupensis) e proteína do soro do leite**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

[6] AREPALLY, D. *et al*. Modelling inactivation kinetics of free and encapsulated probiotic cells in millet biscuit under different baking conditions. **Food Research International,**. v, 174, p. 113573, 2023.

[7] ARSLAN-TONTUL, S. *et al*., The Use of probiotic-loaded single-and double-layered microcapsules in cake production, Probiotics and antimicrobial.**Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v 11, p.840–849, 2019.

[8] ASHFAQ, J. et *al.* Gelatin-and Papaya-Based Biodegradable and Edible Packaging Films to Counter Plastic Waste Generation. **Materials**, v. 15, n. 3, 1016, 2022.

[9] ASIL, H.; KÖROĞLU, M. Analysis of Essential Oil and Volatile Components of Different Organs of isgin (*Rheum Ribes L.*) Plant by Ultrasound-Assisted Extraction Method. **International Journal of Chemistry and Technology**, v. 7, n.2, p. 131-138, 2023.

[10] BHUVA, S.S. *et al.,* Optimization of Ultrasound-Assisted Microwave Encapsulation of Peanut Oil in Protein-Polysaccharide Complex. **Food Technology and Biotechnology**, v. 62, n. 1, 2024.

[11] BENNACEF, C. *et al.* . Alginate Based Core–Shell Capsules Production through Coextrusion Methods: Recent Applications. **Foods**, v. 12, n.9, p.1788, 2023.

[12] CAZÓN, P. SILVA, A. S.Natural pigments from food wastes: new approaches for the extraction and encapsulation. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**. v. 47, p. 100929, 2024.

[13] CHACHA, J. S.; OFOEDU, C. E.; XIAO, K. Essential oil- based active polymer- based packaging system: A review of its effect on the antimicrobial, antioxidant, and sensory properties of beef and chicken meat. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, n11, p. e16933, 2022.

[14] CHAUDHARY, V. *et al.* Application of Encapsulation Technology in Edible Films: Carrier of Bioactive Compounds. **Frontiers in Sustainable Food Systems,** v. 5, p. 734921, 2021.

[15] CHEN, S. et *al.* Rapid determination of 93 banned industrial dyes in beverage, fish, cookie using solid-supported liquid–liquid extraction and ultrahigh-performance liquid chromatography quadrupole orbitrap high-resolution mass spectrometry. **Food Chemistry**, v 388, p.132976, 2022.

[16] COELHO, S. C.; ESTEVINHO, B. N.; ROCHA, F. Encapsulation in food industry with emerging electrohydrodynamic techniques: Electrospinning and electrospraying – A review. **Food Chemistry**, v. 339, p.127850, 2021.

[17] CONSTANT, P. B. L *et al.* Microencapsulação de pigmento natural de urucum e avaliação de sua estabilidade. **Research, Society and Development**, v.10, n. 9. 2021.

[18] D'ALESSANDRO, M. *et al.* Development and characterization of fermented soy beverages containing encapsulated or non-encapsulated vaginal probiotic. **LWTt**,v.180,p.114713, 2023.

[19] EKRAMI, M. et *al.* Characterization and Optimization of Salep Mucilage Bionanocomposite Films Containing *Allium jesdianum* Boiss. Nanoliposomes for Antibacterial Food Packaging Utilization. **Molecules**, v. 27, n. 20, p.7032, 2022.

[20] ESTEVINHO, B. N.; LÓPEZ-RUBIO, A. Recent Advances in Encapsulation for Food Applications. **Foods**, v. 13, n. 4, p. 579, 2024.

[21] ETCHEPARE, M. de A. *et al.* Improvement of the viability of encapsulated probiotics using whey proteins. **LWT**,v.117,p.108601, 2020.

[22] EZ-ZOUBI, A. *et al.* Encapsulation of Origanum compactum Essential Oil in Beta-Cyclodextrin Metal Organic Frameworks: Characterization, Optimization, and Antioxidant Activity. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 2023, n.1, p. 5973846, 2023.

[23] FRANCISCO, C.R.L. *et al.* The porosity of carbohydrate-based spray-dried microparticles containing limonene stabilized by pea protein: Correlation between porosity and oxidative stability. **Current Research in Food Science**, v.5, p.878-885,2021.

[24] FU, N.*et al.* Interplaying Effects of Wall and Core Materials on the Property and Functionality of Microparticles for Co-Encapsulation of Vitamin E with Coenzyme Q10. **Food and Bioprocess Technology**, v. 13, n. 4, p. 705–721, 2020.

[25] GAVRILA, A. I. *et al.* Enhancing the Extraction Process Efficiency of Thyme Essential Oil by Combined Ultrasound and Microwave Techniques. **Agronomy**, v. 13, n.9, p.2331, 2023.

[26] GHOBADI, M. *et al.* Encapsulation of curcumin using Grass pea (Lathyrus sativus) protein isolate/Alyssum homolocarpum seed gum complex nanoparticles. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 72, p.102728, 2021.

[27] GU, Q. *et al*. Encapsulation of multiple probiotics, synbiotics, or nutrabiotics for improved health effects: A review, **Advances in Colloid and Interface Science,** v. 309, p.102781, 2022.

[28] GUIMARÃES, R. C. A. et al. Corantes artificiais: uma revisão. **Multitemas**, v. 28, n. 69, p. 67–82, 2023.

[29] GUO, J. et *al.* Encapsulation of β-carotene in calcium alginate hydrogels templated by oil-in-water-in-oil (O/W/O) double emulsions**. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects.** v. 608, p.125548, 2021.

[30] HAN, Z. *et al.* Curcumin-Encapsulated Fusion Protein-Based Nanocarrier Demonstrated Highly Efficient Epidermal Growth Factor Receptor-Targeted Treatment of Colorectal Cancer. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 70, n. 49, p. 15464-15473, 2022.

[31] HOSSEINNIA, M. *et al.* Co-encapsulation of β-D-Galactosidase and Ascorbic Acid in the Milk Protein-Based Microcapsules: Optimization and Characterization. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 2024, p.6646949, 2024.

[32] JACKSON-DAVIS, A. *et al.* Review of Regulatory Standards and Advances in Essential Oils as Antimicrobials in Foods. **Journal of Food Protection**, v. 86, p.100025, 2023.

[33] JYOTHIN, N.V.N. *et al.* Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. **Journal of Microencapsulation** v. 27, n.3, p. 187-197, 2010.

[34] KADERIDES, K. et *al.* Spray drying encapsulation of natural food colorants. **Spray Drying for the Food Industry.** p 303 - 337, 2024.

[35] KAMITA, G.; VIGNOLINI, S.; DUMANLI, A. G. Edible cellulose-based colorimetric timer. **Nanoscale Horizons**, v. 8, n. 7, p. 887–891,2023.

[36] KATO, L. S. *et al.* Micro - and - nanoencapsulation of natural phytochemicals: Challenges and recent perspectives for the food and nutraceuticals industry applications. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 104, p. 77-137, 2023.

[37] LAINA, K. T.; DROSOU, C.; KROKIDA, M. Comparative assessment of encapsulated essential oils through the innovative electrohydrodynamic processing and the conventional *spray* drying, and freeze-drying techniques. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 95, p.103720, 2024.

[38] LEKSHMI, K.R.G. *et al.* A binary blend of maltodextrin and whey protein outperforms arabic gum as a superior wall material for squalene encapsulation. **Food Hydrocolloids,** v. 121, p. 106976, 2021.

[39] LIAO, W. *et al.* Nanoencapsulation of essential oils as natural food antimicrobial agents: an overview. **Applied Science**, v. 11, n. 13, p.5778, 2021.

[40] LIU, C. et *al.* Food additives associated with gut microbiota alterations in inflammatory bowel disease: Friends or enemies? **Nutrients**, v. 14, n. 15, p.3049, 2022.

[41] LIU, H. *et al.* Utilization of protein nanoparticles to enhance dispersibility, stability, and functionality of a natural pigment: Norbixin. **Food Hydrocolloids**, v. 124,p. 107329, 2022.

[42] LIU, Y. *et al.* Treatment with ultrasound improves the encapsulation efficiency of resveratrol in zein-gum Arabic complex coacervates. **Lwt**, v. 153, p. 112331, 2022.

[43] MATTHES, J.; SCHMID, M. Biogenic raw materials from food waste and by-products for smart packaging applications. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 46, p. 100894, 2024.

[44] MENDES, A. C.; CHRONAKIS, I. S. Electrohydrodynamic encapsulation of probiotics: A review. **Food Hydrocolloids**,v.117, p.106688, 2021.

[45] MONTES, E. D. Wall Materials for Encapsulating Bioactive Compounds via Spray-Drying: A Review. **Polymers** , v. 15, n. 12, p. 2659, 2023.

[46] MOHSIN, A. Z. *et al.* The effects of encapsulation process involving arabic gum on the metabolites, antioxidant and antibacterial activity of kombucha (fermented sugared tea). **Food Hydrocolloids for Health**, v. 2, p.100072, 2022.

[47] MUKURUMBIRA, A. R. *et al.* Encapsulation of essential oils and their application in antimicrobial active packaging. **Food Control**, v. 136, p.108883, 2022.

[48] MURTI, Y. *et al.* Innovative methods for extraction of essential oils from medicinal plants. **International Journal of Secondary Metabolite**, v. 10, n.2, p. 190-230, 2023.

[49] NATH, P. C. et *al.* A Comprehensive Review of Food Hydrogels: Principles, Formation Mechanisms, Microstructure, and Its Applications. **Gels,** v.9, n.1, 2023.

[50] NEUENFELDT, H. N. et al. Effects of blueberry extract co-microencapsulation on the survival of *Lactobacillus rhamnosus*. **LWT**,v.155,p.112886, 2022.

[51] NIELSEN, L. L. K. *et al.* The Effect of Alginate Encapsulated Plant-Based Carbohydrate and Protein Supplementation on Recovery and Subsequent Performance in Athletes. **Nutrients**, v. 16, n. 3, p. 413, 2024

[52] OLIVEIRA R. F. L. et *al.* Simultaneous vehiculation of probiotics and yellow mombin (*Spondias mombin L.*) seed extract to develop a new vegan multifunctional. ingredient, **LWT**, v.198,p.116018, 2024.

[53] OLIVEIRA, J.S; SILVA, R.S.; SILVA, M.T. Caracterização química e funcional de polpa de Cubiu (*Solanun sensiflorum* Dunal) liofilizada para consumo em cápsulas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e380101421993, 2021.

[54] OZDEMIR, N.*et al.* Microencapsulation of basil essential oil: Utilization of gum arabic/whey protein isolate/maltodextrin combinations for encapsulation efficiency and in vitro release. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15, p. 1865-1876, 2021.

[55] PALUCO, Giovane Leal; de NOVAIS, Guilherme Consani; RODRIGUES, Lais Barbosa; ARTIOLI, Larissa Isabela; Alves, Wesley Barreto. **Cará Energy: Suplemento alimentar rico em carboidratos e ativos da cúrcuma.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Biotecnologia) – Técnico em Biotecnologia, Centro Paula Souza, Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado. Campinas, 2023.

[56] PEREIRA, K.C. *et al.*Microencapsulação e liberação controlada por difusão de ingredientes alimentícios produzidos através da secagem por atomização: revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2017083, 2018.

[57] PIRES, J. B.*et al.* Curcumin encapsulation in capsules and fibers of potato starch by electrospraying and electrospinning: Thermal resistance and antioxidant activity. **Food Research Internationa***l*, v. 162, p.112111, 2022.

[58] RADDATZ, G. C. *et al*. Viability and stability evaluation of *Lactobacillus casei* LC03 co-encapsulated with red onion (*Allium cepa L.*) peel extract. **LWT**,v.153,p.112434, 2022.

[59] RAEI, A.; ARDAKANI, S.A.Y.; DANESHI, M. Microencapsulation of the green pigment of alfalfa and its applications on heated food. **Journal of Food Process Engineering.** v 40, n.5, p. e12529, 2017.

[60] RAJ, G.V.S.B.; DASH, K.K. Microencapsulation of betacyanin from dragon fruit peel by complex

coacervation: Physicochemical characteristics, thermal stability, and release profile of microcapsules. **Food Bioscience**, v. 49, p. 101882,2021.

[61] RAMADAN, M. M. *et al*. Development of a functional cake with probiotics and micro-encapsulated essential oils: Evaluation of nutritional properties, liver protection, and immune boosting. **Heliyon,** v.10, n.1, p. e22918, 2024.

[62] RAMAPRABHA, R. *et al.* Exploring the diverse applications of Carbohydrate macromolecules in food, pharmaceutical, and environmental technologies. **Environmental Research**, v. 240, p. 117521, 2024.

[63] RAMIREZ-OLEA, H.; HERRERA-CRUZ, S.; CHAVEZ-SANTOSCOY, R. A.

[64] Microencapsulation and controlled release of Bacillus clausii through a novel non-digestible carbohydrate formulation as revolutionizing probiotic delivery. **Heliyon**, v. 10, n. 2, p. e24923, 2024.

[65] RANJHA, M. M. A. N. et *al.* Biocompatible Nanomaterials in Food Science, Technology, and Nutrient Drug Delivery: Recent Developments and Applications. Frontiers in Nutrition. **Frontiers Media**, v.8 p.778155, 2022.

[66] RAOUL, P. et *al.* Food additives, a key environmental factor in the development of IBD through gut dysbiosis. **Microorganisms**, v. 10, n. 1, p. 1–29, 2022.

[67] RAZAVI, S*. et al*. Microencapsulating polymers for probiotics delivery systems: Preparation, characterization, and applications. **Food Hydrocolloids,** v. 120, p. 106882, 2021.

[68] RIBEIRO, S. *et al*. Investigation of Guar Gum and Xanthan Gum Influence on Essential Thyme Oil Emulsion Properties and Encapsulation Release Using Modeling Tools. **Foods**, v. 13, n. 6, p.816, 2024.

[69] SALIMI, A.; MAGHSOUDLOU, Y.; JAFARI, S.M. Effect of emulsion stability and spray drying conditions on physicochemical characteristics of encapsulated powders. **Latin American Applied Research**, v. 48, n.2, p.95-100, 2018.

[70] SANTOS, N.S. et *al.* Natural colorants: importance and sources of obtainment. **Revista Científica Multidisciplinar,** v. 3, n.3, p. e331165, 2022.

[71] SHARMA, N. *et al.* Nanoencapsulation- A novel strategy for enhancing the bioactivity of essential oils: a Review. **Indian Journal of Agricultural Research**, v. 56, n.3, p. 241-248, 2022.

[72] SHARMA, S. *et al.* Encapsulation of Essential Oils in Nanocarriers for Active Food Packaging. **Foods**. v11, n.15, 2337, 2022.

[73] SHETTA, A.*et al.* Review of strategic methods for encapsulating essential oils into chitosan nanosystems and their applications.**International Journal of Biological Macromolecules**, v. 259, p.129212, 2024.

[74] SINGH, H.; KUMAR, Y.; MEGHWAL, M. **Encapsulated Oil Powder: Processing, Properties, And Applications.** , v. 45, n.8, p.e14047, 2022.

[75] SONG, J. *et al.* Advancement of Protein- and Polysaccharide-Based Biopolymers for Anthocyanin Encapsulation. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 938829, 2022.

[76] SUNDAR, S. K.; PARIKH, J. K. Advances, and trends in encapsulation of essential oils. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 635, p.122668, 2023.

[77] TEIXEIRA. V. M. C*et al.* Chemometric approaches to evaluate the substitution of synthetic food dyes by natural compounds: The case of nanoencapsulated curcumin, spirulina, and hibiscus extracts. **LWT**, v. 154, p.112786, 2022.

[78] TALIB AL-SUDANI, B. et *al*. A novel antioxidant and antimicrobial food packaging based on Eudragit ®/collagen electrospun nanofiber incorporated with bitter orange peel essential oil. **LWT**, v. 193, p.115730, 2024.

[79] TAMMINA, S. K.; RHIM, J. W. Carboxymethylcellulose/agar-based functional film incorporated with nitrogen-doped polyethylene glycol-derived carbon dots for active packaging applications. **Chemosphere**, v. 313, p.137627, 2023.

[80] TIMILSENA, Y.P.; HAQUE, MD. A.; ADHIKARI, B.Encapsulation in the Food Industry: A Brief Historical Overview to Recent Developments. **Food and Nutrition Sciences**, v. 11, n. 6 p. 481-508, 2020.

[81] VARADA, V. V. *et al*. In vitro safety assessment of electrohydrodynamically encapsulated Lactiplantibacillus plantarum CRD7 and Lacticaseibacillus rhamnosus CRD11 for probiotics use. **Current Research in Food Science**, v.6,p.1100507, 2023.

[82] VASUDEVAN S. V. *et al.* Microwave-assisted liquefaction of carbohydrates for 5-hydroxymethylfurfural using tungstophosphoric acid encapsulated dendritic fibrous mesoporous silica as a catalyst. **Science of The Total Environment**, v. 760, p. 143379, 2021.

[83] VERÍSSIMO, N. V. P. et *al.* Encapsulamento e estabilização de colorantes microbianos utilizando matrizes de maltodextrina e quitosina. Congresso Brasileiro De Engenharia Química, 24.Encontro Brasileiro Sobre Ensino De Engenharia Química, 19., 2023, Salvador. **Anais** [...]. Salvador.

[84] UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) No 450/2009 da Comissão de 29 de Maio de 2009 relativo aos materiais e objectos activos e inteligentes destinados a entrar em contacto com os alimentos, 30 mai. 2009. Disponível em:https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0450&qid=1716919484060. Acesso em: 15 out. 2024.

[85] XIAO, S.; AHN, D. U. Co-encapsulation of fish oil with essential oils and lutein/curcumin to increase the oxidative stability of fish oil powder. **Food Chemistry**, v. 410, p.135465, 2023.

[86] XIN, X. *et al*. Effects of Spray-Drying and Freeze-Drying on Bioactive and Volatile Compounds of Smoke Powder Food Flavouring. **Food and Bioprocess Technology**, v. 15, n. 4, p. 785–794, 2022.

[87] YAMMINE, J. *et al*. Advances in essential oils encapsulation: development, characterization, and release mechanisms. **Polymer Bulletin**, v. 81, p. 3837-3882, 2024.

[88] YANG, Y.; ZHANG, J.; LI, C. Delivery of Probiotics with Cellulose-Based Films and Their Food Applications. **Polymers,** v.16,n.6,p.794,2024.

[89] YIN, S. et *al*. Gardenia yellow pigment: Extraction methods, biological activities, current trends, and future prospects. **Food Research International**. v. 179, p. 113981, 2024.

[90] YOHA, K. S., *et al.* 3D printing of encapsulated probiotics: Effect of different post-processing methods on the stability of Lactiplantibacillus plantarum (NCIM 2083) under static in vitro digestion conditions and during storage. **LWT**,v.146,p.111461, 2021.

[91] ZABOT, G. L. *et al.*Encapsulation of Bioactive Compounds for Food and Agricultural Applications. **Polymers** v. 14, n. 19, p. 4194, 2022.

[92] ZHANG, X. *et al.* Anti-microbial activity of citronella (*Cymbopogon citratus*) essential oil separation by ultrasound assisted ohmic heating hydrodistillation. **Industrial Crops and Products**, v. 176, p.114299, 2022.

[93] ZHOU, Y. *et al.* Wenping Ding, Encapsulation of probiotics (Lactobacillus plantarum) in soyasaponin–soybean protein isolate water-in-oil-in-water (W/O/W) emulsion for improved probiotic survival in the gastrointestinal tract, **LWT**,v.119,p.116100, 2024.

[94] ZHONG, W. *et al.* pH-responsive Pickering emulsion containing citrus essential oil stabilized by zwitterionically charged chitin nanofibers: Physicochemical properties and antimicrobial activity. **Food Chemistry**, v. 433, p. 137388, 2024.

[95] ZUBAIR, M. *et al.* Current trends in the utilization of essential oils for polysaccharide- and protein-derived food packaging materials. **Polymers**, v. 14,n.6, p.1146, 2022.

Capítulo 4

Avaliação do potencial antioxidante e composição centesimal de Perilla frutescens var.crispa

Elienae da Silva Gomes
Ana Caroline Raimundini Aranha
Ana Claudia Darienço Tavares da Silva
Deise Molinari
Emerson Barrios Mogollon
João Vitor da Silva Alves
Julie Suzan da Silva
Luana Morais Antonini
Lucas Soares da Silva
Pither Jhoel Javier Sucari
Tayane Siqueira Garcia Alves
Yesenia Milagros Turpo Mamani
Oscar de Oliveira Santos Júnior

Resumo: *Perilla frutescens var. crispa* (Shissô), sua folha é uma hortaliça comestível e condimenta, utilizada há muito tempo em muitos países asiáticos, tem efeitos antioxidantes, antitumorais, antibacterianos e hipolipidêmicos devido aos seus ricos óleos essenciais, fenóis, ácido orgânico, flavonoide, triterpeno e outros componentes, isso devido as suas propriedades antioxidantes e por ser rico em óleos essenciais, fenóis, ácido orgânico, flavonoide, triterpeno, e outros componente. Nesse âmbito o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise detalhada da composição centesimal e do potencial antioxidante da *Perilla frutescens var. crispa*. Os resultados mostram que a *perilla* é rica em nutrientes essenciais, como proteínas, fibras e minerais, e possui elevado potencial antioxidante. Portanto , pode se concluir que as análises realizadas apresentaram altos níveis de compostos fenólicos e flavonoides e sugerem que a *perilla* pode ser uma fonte valiosa de nutrientes e antioxidantes para suplementos alimentares e produtos funcionais.

Palavras-chave: Shissô (*Perilla frutescens var. crispa*), alimentos funcionais, antioxidante, nutrientes, compostos bioativos.

1. INTRODUÇÃO

A *Perilla frutescens var. crispa,* conhecida popularmente *como perilla*, é uma planta herbácea da família Lamiaceae, amplamente cultivada na Ásia e utilizada como erva culinária e medicinal. Além de seu sabor e aroma únicos, *a perilla* é rica em compostos bioativos com potenciais benefícios à saúde (Meng *et al.,*2008).A planta também é conhecida como (Li, Yuan *et al*., 2022).

Quanto a suas folhas verificou-se que a folha de perilla tem efeitos antioxidantes, antitumorais, antibacterianos e hipolipidêmicos devido aos seus ricos óleos essenciais, fenóis, ácido orgânico, flavonoide, triterpeno e outros componentes, isso devido as suas propriedades antioxidantes e por ser rico em óleos essenciais, fenóis, ácido orgânico, flavonoide, triterpeno, e outros componentes (Hashimoto *et al*., 2020).

E nos últimos anos, a busca por alimentos com propriedades funcionais e fontes naturais de antioxidantes tornou-se uma prioridade para a indústria alimentícia e para a pesquisa científica. O aumento da prevalência de doenças crônicas e degenerativas, associado ao envelhecimento populacional e ao estilo de vida moderno, tem incentivado o desenvolvimento de alimentos que não apenas nutrem, mas também auxiliam na promoção da saúde e na prevenção de doenças (Wu *et al* ., 2023).

Sendo que além da sua contribuição para a saúde, *a perilla* se destaca por ser uma planta de fácil cultivo, adaptável a diferentes condições climáticas e com baixo impacto ambiental, o que atende à demanda crescente por ingredientes sustentáveis e economicamente viáveis(Li, Brian; Kim, Minkoo, 2021).

E devido a suas funções farmacológicas, *perilla.* tem sido utilizado como fonte funcional na indústria cosmética, alimentos funcionais e indústrias farmacêuticas (JU, HYUN JU *et al* .,2021). Graças ao seu perfil de compostos antioxidantes, que incluem ácidos fenólicos e flavonoides de alta atividade biológica (Bhaswant *et al.,*2024).

Nesse contexto o presente estudo apresentou as metodologias empregadas para a análise antioxidante e centesimal, incluindo os ensaios de atividade antioxidante por métodos como DPPH, ABTS , que avaliam a capacidade de perigo em neutralizar radicais livres. Adicionalmente, será abordada uma análise centesimal, que quantifica os componentes nutricionais como proteínas, lipídios, carboidratos, fibras e minerais essenciais, permitindo uma visão abrangente do perfil nutricional dessa planta. Tais análises não apenas apoiam o valor nutricional e funcional da *perilla*, como também oferecem subsídios para sua aplicação em produtos que atendem às demandas de consumidores que buscam alimentos funcionais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. MATERIAL

Foram utilizadas folhas de *perilla frutescens var. crispa* adquiridas na cidade de Maringá – PR, em outubro de 2024, as folhas foram colhidas, sanitizadas e submetidas a secagem em estufa com circulação de ar a 55°C até peso constante , posteriormente a secagem, as amostras foram moídas moinho de facas e peneiradas em peneiras de aço inox a 60 mesh, o pó resultante foi mantido acondicionado ao abrigo da luz, sob temperatura ambiente, após foram realizadas a caracterização físico -química (proteína bruta, fibra bruta, umidade e cinzas) foi de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008), os lipídeos pelo método Bligh & Dyer. o teor de carboidratos foi determinado por diferença. o valor

energético (kcal/ g) foi estimado de acordo com os coeficientes de atwater. as análises foram realizadas em triplicata.

2.2. PREPARAÇÃO DE EXTRATOS

Foram pesadas aproximadamente 5,0 gramas de folhas *de perilla frutescens var. crispa* moída e adicionado 00 ml do solvente. Para extração dos compostos fenólicos foram utilizados o solvente metanol (100%).

Este estudo foi realizado nos Laboratórios do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

2.3. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

2.3.1.COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)

O conteúdo de compostos fenólicos foi estimado pelo método Folin-Ciocalteau, como descrito por Singleton, Joseph e Rossi (1965), adaptado. Em um tubo de ensaio adicionou-se uma alíquota de 125 µL de amostra e 125 µL do reagente Folin-Ciocalteau, agitou-se manualmente por 10 segundos e a mistura ficou ao abrigo de luz por 5 minutos. Em seguida 2250 µL de carbonato de sódio a 3,79 M foi adicionado, agitado por mais 10 segundos e deixado em repouso por30 minutos no escuro. Realizou-se leitura da absorbância a 725 nm em um espectrofotômetro (Agilent UV-8553).

O teor de compostos fenólicos foi determinado utilizando uma curva de calibra-ção, utilizando ácido gálico sendo expresso em mg EAG/L extrato.

2.3.2. CAPACIDADE DE CAPTURAR O RADICAL DPPH (2,2-DIFENIL-1-PICRILHIDRAZIL)

O Método DPPH, baseia-se na medição da capacidade redutora dos antioxi-dantes contra o radical livre DPPH, determinado através da diminuição da absorbância. Adicionou-se em tubo de ensaio 100 µL da amostra e 1,9 mL de solução metanólica de DPPH (solução estoque: 2,4 mg de DPPH dissolvidos em 100 mL de metanol, retirou-se 1 mL da solução estoque e diluiu-se em mais 45mL de metanol), essa mistura permaneceu por 20 minutos em local escuro. Em seguida, mediu-se a absorbância em espectrofotômetro (Agilent UV-8553) a 515 nm. A atividade antioxidante foi determinada de acordo com o método DPPH e os resultados expressos em IC50 (mg/mL) de extrato (Rufino *et al*. 2007). O valor IC50, que representa a concentração de antioxidan-te que proporciona 50% de inibição do DPPH.

2.3.3. CAPTURA DO RADICAL LIVRE ABTS [2,2'-AZINO-BIS-(ÁCIDO 3-ETILBENZOTIAZOLINA-6-SULFÔNICO)]

Para o radical ABTS, técnica baseada na geração de um radical catiônico delonga vida, ABTS +, com cor azul-esverdeada e absorbância máxima entre 414 e 815 nm. Foi preparada uma solução de ABTS foi diluída até se atingir a absorbância 0,70 nm, à 734 nm. As amostras foram preparadas no escuro, em que foram adicionadas em tubo de ensaio 40 µL dos extratos obtidos e 1,96 mL de solução de ABTS (Rufino *et al*.,2007). Depois de 6 minutos em espectrofotômetro (Agilent UV-8553) leu-se absor-bância em

734 nm. A atividade antioxidante determinada pelo método ABTS foi expressa em atividade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) /g de extrato, de acordo com uma curva de calibração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Figura 1. Composição Centesimal e Análise Antioxidante

Componentes	Média ± Desvio Padrão
Flavonoides (mg/g)	85,1±2,17
Polifenois (mg/g)	18,64 ±0,66
Umidade (%)	14,45 ±5,68,
Lipideos (%)	11,14 ±1,58
Proteínas (%)	23,66 ± 0,41
Cinzas (%)	11,02 ±0,049
Fibras(%)	30 ± 0,74
Carboidratos (%)	9,73 ± 0,19
Valor Energético(kcal/100g)	233,82

Fonte: Autores(2024).

As amostras da folhas de *Perilla* analisadas apresentaram resultados importante e consideráveis para umidade, cinzas, proteínas, fibras, lipídeos, polifenóis e flavonoides e polifenóis.

Sendo que esse estudo pode oferecer um resultado do perfil nutricional e funcional das folhas de *perilla frutescens var . crispa*. Cada componente é descrito de maneira detalhada, explorando suas implicações para a saúde, o processamento e o desenvolvimento.

Para as análise de antioxidante através dos métodos DPPH e ABTS foram identificados os flavonoides e polifenóis que resultaram : flavonoides (85,1 ± 2,17 mg/g) e polifenóis (18,64 ± 0,66 mg/g), resultados consideráveis que determinam que essa planta possui um potencial antioxidante.

Esses compostos são bioativos conhecidos pela capacidade de combate aos radicais livres. O alto teor antioxidante é essencial. A ação antioxidante desses compostos pode contribuir para a prevenção de doenças cardiovasculares, câncer e processos inflamatórios, além de promover a saúde da pele. Esse perfil sugere uma aplicação promissora em produtos alimentares funcionais e suplementos com vitaminas antioxidantes de benefícios à saúde. Podendo considerar que essa planta apresenta benefícios funcionais.

O teor de umidade resultou (14,45 ± 5,68%) é um parâmetro importante para a conservação e a estabilidade microbiológica .

Para o teor de lipídeos (11,14 ± 1,58%) esse resultado demonstra que este valor é considerado importante, o teor moderado representa um valor nutricional interessante. pois lipídeos são essenciais para a absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e importantes para a saciedade.

Utilizando o fator de conversão de nitrogênio (6,25), pode determinar o conteúdo proteico de (23,66 ± 0,41%) que indica que ele pode ser uma excelente fonte de proteína vegetal .

Para o teor de cinzas os resultados apresentados são de (11,02 ± 0,049%), o teor de cinzas reflete a quantidade de minerais presentes, essencial para o funcionamento adequado do organismo. Este valor indica uma concentração significativa de minerais, que são fundamentais para diversas funções biológicas, incluindo a formação óssea, a condução nervosa e a regulação do equilíbrio hídrico.

Na determinação de fibras os resultados apresentados forram de (30 ± 0,74%), um teor de fibras de 30% é elevado e confere ao material um potencial específico para uso em alimentos funcionais voltados para a saúde digestiva. As fibras desempenham um papel fundamental na regulação do trânsito intestinal .

Já os Carboidratos Totais (9,73 ± 0,19%) e Valor Energético determinados com os coeficientes de Atwater foram de (233,82 kcal/100g).

O teor de carboidratos relativamente baixo e o valor energético moderado (233,82 kcal/100g) identificam que essa planta apresenta baixo índice glicêmico e baixo teor calórico. Uma composição equilibrada em termos de macronutrientes permite ser utilizada para diversos produtos e aplicações.

Com a quantidade de antioxidantes apresentadas pode ser considerado um alimento com alto teor de antioxidantes, e as diferenças na composição centesimal podem estar associadas, a sazonalidade, e outros fatores ambientais como temperatura, umidade e luz. O consumo de folhas de *perilla* deve ser incentivado, visando os seus benefícios e quantidades de antioxidantes. Vale ressaltar que seu potencial como ingrediente funcional para a produção de alimentos, podendo ser utilizado para óleos essenciais e produtos para atividades terapêuticas e medicinais.

Os dados encontrados nesse estudo aplicado demonstra um perfil nutricional equilibrado, com pontos fortes em antioxidantes, proteínas e fibras, o que abre diversas possibilidades de aplicação, desde alimentos funcionais .

Cada componente possui um papel significativo na promoção da saúde, e as especificidades destes dados nutricionais tornam o material uma adição promissora ao mercado de produtos naturais e funcionais.

4. CONCLUSÃO

De acordo com resultados obtidos nesta pesquisa sobre a *Perilla frutescens var. crispa* pode se concluir que essa planta possui um perfil nutricional e antioxidante devido à presença de compostos fenólicos, flavonoides ,polifenóis que se qualifica como uma fonte promissora para o desenvolvimento de alimentos funcionais e produtos com apelo à saúde. Dado o perfil antioxidante a *perilla* tem potencial para ser explorada como conservante natural em produtos alimentícios, prolongando sua vida útil sem o uso de aditivos artificiais. O uso da *perilla* pode contribuir para o desenvolvimento de produtos que proporcionem benefícios reais para a saúde, ao mesmo tempo que atendem às expectativas de consumidores preocupados com o bem-estar e a qualidade de vida além disso é um assunto de relevância para futuras pesquisas científicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao grupo de pesquisa analítica aplicada a lipídios, esteróis e antioxidantes e ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

REFERENCIAS

[1] AOAC: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC international. 17th etd., AOAC International, Arlington, 2019.

[2] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4 ed. São Paulo IAL, 2008.

[3] BHASWANT, Maharshi et al. Comparative analysis of macro-and micro-nutrients of Perilla frutescens var. crispa f. viridis microgreens and germinated seeds. **Food Chemistry,** p. 139858, 2024.

[4] HASHIMOTO, M., TANABE, Y., HOSSAIN, S., MATSUZAKI, K., OHNO, M.,KATO, S., KATAKURA, M., SHIDO, O. (2020). Intake of alphalinolenic acid-rich Perilla frutescens leaf powder decreases home blood pressure and serum oxidized low-density lipoprotein in Japanese adults. **Molecules**,v. 25, p.2099,2020.

[5] LI, Brian; KIM, Minkoo. Cultivo de Perilla frutescens (Lamiaceae) na Coreia pré-histórica. **Journal of Archaeological Science: Reports** , v. 40, p. 103224, 2021.

[6] LI, Yuan et al. Metabolites and chemometric study of Perilla (Perilla frutescens) from different varieties and geographical origins. Journal of Food Science, v. 87, n. 12, p. 5240-5251, 2022.

[7] JU, Hyun Ju et al. Variability of polyphenolic compounds and biological activities among Perilla frutescens var. crispa genotypes. **Horticulturae,** v. 7, n. 10, p. 404, 2021

[8] MENG, Linghua et al. Antioxidant activities of polyphenols extracted from Perilla frutescens varieties**. Molecules**, v. 14, n. 1, p. 133-140, 2008.

[9] RUFINO, M. D. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica:

[10] Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS+.Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2007.

[11] SANO, Hidemichi et al. On-site evaluation of constituent content and functionality of Perilla frutescens var. crispa using fluorescence spectra. **Molecules,** v. 28, n. 20, p. 7199, 2023.

[12] SINGLETON, V. L., JOSEPH, A., & ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, 16, 144–149, 1965.

[13] WU, Xinling et al. Perilla frutescens: A traditional medicine and food homologous plant. **Chinese Herbal Medicines**, v. 15, n. 3, p. 369-375, 2023.

Capítulo 5

Alimentos funcionais: mix pronto para panquecas enriquecidas com soja e licopeno

Elienae da Silva Gomes
Amanda Cristina de Sousa
Ana Caroline Raimundini Aranha
Anna Beatriz de Carvalho Martins
Deise Molinari
Emerson Barrios Mogollon
João Vitor da Silva Alves
Jordânia Lima de Souza Setubal
Julie Suzan da Silva
Lucas Soares da Silva
Pither Jhoel Javier Sucari
Sarita Helena Castilho Garbin
Yesenia Milagros Turpo Mamani

Resumo: A crescente demanda por alimentos práticos e saudáveis impulsionou o desenvolvimento de produtos enriquecidos com compostos bioativos. Este capítulo apresenta a elaboração de um mix para panqueca enriquecido com soja e licopeno, com foco na funcionalidade e nos benefícios à saúde. A soja destaca-se por seu elevado valor nutricional e a presença de isoflavonas, enquanto o licopeno, um potente antioxidante, contribui para a prevenção de doenças crônicas. O texto aborda os benefícios desses alimentos envolvidos no desenvolvimento do produto, as características sensoriais, e o impacto de sua composição funcional na promoção da saúde. Este estudo reforça a relevância dos alimentos funcionais no contexto de uma alimentação equilibrada e no mercado de produtos inovadores.

Palavras-chave: alimentos funcionais, soja, licopeno, desenvolvimento de produtos, mix para panqueca.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente cresce o interesse dos brasileiros em consumir alimentos funcionais, assim como também empresas alimentícias estão inovando em pesquisas e produzindo esses alimentos.

Sendo que a busca por alimentos que promovam benefícios à saúde além da nutrição básica tem direcionado o desenvolvimento de produtos inovadores na indústria alimentícia. Os alimentos funcionais, definidos como aqueles que, além de suas funções nutricionais básicas, conferem efeitos benéficos à saúde, têm recebido atenção crescente de pesquisadores e consumidores (Santos *et al*., 2020). Nesse contexto, a combinação de ingredientes com propriedades bioativas, como a soja e o licopeno, apresenta-se como uma estratégia promissora para o desenvolvimento de produtos com alto valor agregado. A soja é amplamente reconhecida por seu perfil nutricional e por suas isoflavonas, compostos bioativos associados à redução do risco de doenças cardiovasculares, osteoporose e alguns tipos de câncer (Franco *et al*., 2019). A escolha da soja foi devido as suas propriedades nutritivas associadas à sua disponibilidade no mercado interno.

Para esse estudo a fonte de soja escolhida é o isolado proteico de soja por conter maior quantidade de proteína em relação a outros subprodutos, o isolado proteico de soja contém 90% de proteína (Pimentel *et al*., 2024). Já o licopeno, um carotenoide encontrado principalmente em tomates, é conhecido por suas propriedades antioxidantes e seu papel na proteção contra doenças crônicas, como as cardiovasculares e o câncer de próstata (Pereira *et al*., 2021). A escolha do licopeno foi devido esta substância ter alto poder antioxidante.

Diante desses benefícios, este trabalho propôs o desenvolvimento de um mix para panqueca enriquecido com soja e licopeno, explorando as características nutricionais e funcionais desses ingredientes. A proposta visa atender à crescente demanda por alimentos práticos e saudáveis, aliados a uma alimentação equilibrada. Além disso, discute-se o impacto da adição de ingredientes funcionais na aceitação sensorial e no potencial de mercado do produto.

2. OBJETIVO

Propôs-se elaborar diferentes formulações de mix para panqueca enriquecida com soja e licopeno e realizou-se testes de aceitabilidade sensorial para verificação da melhor formulação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. PANQUECA

É denominada panqueca uma iguaria ou sobremesa feita de farinha de trigo, ovos, manteiga etc. Podendo ser doce e salgada, com molhos ou com frutas, sendo uma boa fonte de carboidratos e proteínas (Ferreira, 1993).

3.1.1. MATÉRIAS-PRIMAS

3.1.2. SOJA

A soja é uma leguminosa domesticada pelos chineses há mais de 5000 anos; introduzida no Brasil pelos imigrantes japoneses em 1908, mas oficialmente a soja foi introduzida no Rio Grande do Sul em 1914, soja expandiu no Brasil devido a vários fatores, como: substituição de gorduras animais por vegetais, estabelecimento de parque industrial para processar a soja, facilidade de mecanização total de cultura, rede de pesquisa sobre soja; melhora do sistema de transporte (Morais ,1996).

Estudos comprovam que a ingestão de proteína de soja apresenta uma redução nos níveis de LDL-colesterol, e ajudam na prevenção do câncer, retarda o aparecimento da osteoporose (Ortelam *et al*., 2022). As fibras de soja exercem importante papel na regulação dos níveis de glicose no sangue, pois retarda a sua absorção. Essa redução na velocidade de absorção da glicose auxilia no controle de diabetes, não excita os centros nervosos; não contém colesterol; não promove formação de ácido úrico; não deixa resíduos tóxicos no organismo (Morais, 1996).

3.1.2.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Sua composição pode variar de acordo com as condições climáticas, tipo de solo, variedade, práticas agronômica, entre outros fatores. A composição aproximada da soja é de 34% de carboidrato (onde 15% fibra), 21% lipídios (85% não saturado), 14% de umidade, e 40% de proteína. É a única leguminosa que contém os nove aminoácidos essenciais na proporção correta para a saúde humana, sendo completa e de alta qualidade. A soja é também uma boa fonte de vitaminas e minerais, como pode ser visto nas tabelas 1 e 2 descritas abaixo, porém essa leguminosa contém algumas substâncias que podem produzir em homens e animais, respostas adversas de ordem, nutricional, fisiológicas e biológicas, os chamados fatores nutricionais (Morais,1996).

Tabela 1. Composição Química da soja em grãos (base seca)

	Componente (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	Cinzas (%)
Soja integral	___	40,2	21,0	33,9	4,9
Cotilédone	90,3	42,8	22,8	29,4	5,0
Casca	7,3	8,8	1,0	85,9	4,3
Hipocotilédone	2,4	40,8	11,4	43,4	4,4

Fonte: Morais, (1996).

3.2. ISOLADO PROTÉICO DE SOJA

Os isolados proteicos de soja são produtos provenientes da farinha desengordurada de soja. São obtidos pela extração aquosa das proteínas e recuperação delas por precipitação, seguida de secagem. Esses produtos contêm, no mínimo, 90% de proteína. Têm ampla aplicação na indústria de alimentos(Morais,1996).

O isolado, antes de seu uso, pode ser tratado químico, enzimático ou termicamente para proporcionar funções específicas, tais como gelatinização, solubilidade, emulsificação e

absorção de água (Fernandes *et al*., 2024).

Tabela 2. Composição Química do Isolado protéico de soja

Componentes	(%)
Proteínas	96,0
Gorduras	0,1
Fibras	0,1
Cinzas	3,5
Carboidratos Solúveis	0
Carboidratos Insolúveis	0,3

Fonte: Morais, (1996).

- Uso da soja baseado na ação anticancerígêna

Estudos epidemiológicos têm sugerido que a soja possa atuar na prevenção do câncer. Trabalhos experimentais têm confirmado a ação anticancerigêna de várias substâncias presentes na soja. Essas substâncias atuam de várias maneiras: alterando a estrutura da membrana, como antioxidantes, induzindo anticarcinógenos endógenos, inibindo multiplicação celular determinada pelo fator de crescimento epidérmico, reduzindo os níveis de estrógenos endógenos(Morais, 1996).

3.3. LICOPENO

Licopeno é um carotenóide vermelho encontrado predominantemente em tomates e em alguns frutos e vegetais, que têm despertado interesses entre pesquisadores da área médica(Gester ,1997).

Acredita-se que o licopeno pode ser benéfico em patologias como câncer e doença coronariana, bem como em outras condições crônicas.

Essas alegações têm sido estudadas extensivamente, em estudos epidemiológicos, investigações bioquímicas das propriedades do licopeno e através da avaliação da biodisponibilidade do licopeno em dietas baseadas em tomates e produtos derivado de tomates. (Gester, 1997).

- Licopeno como antioxidante

Os carotenoides são poderosos antioxidantes que agem na neutralização de radicais livres, proporcionando proteção contra danos oxidativos, além de estimularem a função do sistema imunológico. Na nutrição humana, até recentemente, atenção especial havia sido dada àqueles carotenóides com atividade pró-vitamina A, como o alfa caroteno e o beta caroteno. Entretanto, atualmente, outros carotenóides tem se destacado como importantes fitoquímicos dietéticos; entre eles, o licopeno, que teria uma atividade antioxidante dez vezes maior que o beta-caroteno, e é hoje o carotenóide mais promissor para a nutrição e saúde humana (Nguyen, 1999).

O licopeno é um carotenóide sem a atividade pró-vitamina A, lipossolúvel, composto por onze ligações conjugadas e duas ligações duplas não conjugadas. O licopeno é tido como o carotenóide que possui a maior capacidade sequestrantes do oxigênio singlete,

possivelmente devido à presença das duas ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade (Krinsky ,2001).

- Licopeno: relação com câncer e doenças cardiovasculares

O interesse no licopeno e no seu potencial papel protetor sobre a carcinogênese iniciou quando um estudo demonstrou uma relação inversa entre a ingestão de licopeno e a incidência de câncer de próstata. O consumo de alimentos ricos em licopeno, bem como uma maior concentração de licopeno no sangue, foi associado a um menor risco de câncer, principalmente de próstata (Martinho, *et al*., 2023).

3.4. CONDIMENTOS

Condimentos ou temperos são produtos constituídos de uma ou diversas substâncias que contém sabor, de origem natural com ou sem valor nutritivo, empregado nos alimento com o fim de modificar ou exaltar o seu sabor (ANVISA, 2022).

3.5. FARINHA DE TRIGO

É considerado farinha, pó a que se reduzem cereais moídos. Farinha de trigo é obtida através de moagem do trigo, possui grande fonte concentrada de amido, cálcio e vitamina do complexo B e apresenta grande quantidade de lisina(Sehn *et al*., 2024).

3.6. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é utilizada na indústria de alimentos como forma de medir atributos de um produto. A análise descritiva consiste na técnica sensorial nas quais os atributos de um produto são identificados e quantificados por julgadores treinados especificamente para este propósito. A análise pode incluir todos os atributos do produto ou pode ser limitada a certos aspectos como aroma, sabor, textura ou sabor residual etc. Os testes afetivos, preferência ou aceitabilidade, tem como objetivo medir o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de um produto ou a preferência do consumidor por um determinado produto. Por esta razão, as análises devem ser realizadas por provadores que façam parte do público-alvo do produto em questão, que eles já sejam consumidores (Faria, 2002).

Fazem parte dos testes afetivos os testes qualitativos e os quantitativos, sendo que este último se divide em testes de preferência (pareado, ordenação, pareado ou ordenação múltiplos) e testes de aceitação (aceitabilidade, avaliação hedônica, escala “just-about-right”, avaliação dos atributos) ,Testes qualitativos são aqueles que avaliam subjetivamente as respostas de uma amostra de consumidores em relação às propriedades sensoriais de um produto, ou impacto de uma idéia, embalagem, propaganda, etc, ou simplesmente na investigação detalhada de seus hábitos, atitudes e expectativas em relação a um tema ou produto. Já os testes quantitativos, são aqueles que avaliam a resposta de um grande grupo de consumidores (mínimo de 50, em geral) a uma série de perguntas que visam determinar o grau de aceitabilidade de um produto ou produtos, identificar fatores sensoriais que determinam a preferência ou medir respostas específicas a atributos sensoriais específicos de um produto (Ferreira, 2000).

Teste de aceitação: é o teste afetivo utilizado quando necessita conhecer o “status afetivo” dos consumidores com relação aos produtos, e para isso se utiliza às escalas hedônicas.

As escalas hedônicas são aqueles que expressam o gastar ou desgostar. As melhores escalas são as balanceadas, uma vez que apresentam igual o número de categorias positivas e negativas. Os testes de aceitabilidade são muitos parecidos com os testes de diferença de atributos, com a exceção de que se avalia a aceitabilidade ou o gostar/desgostar.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Na elaboração da mistura pronta para panqueca, foi adicionado farinha de trigo, licopeno e isolado protéico de soja em diferentes concentrações e condimentos para promover e acentuar características sensoriais desejadas ao produto, principalmente sabor e aroma.

O presente trabalho foi desenvolvido na Planta de Processamento de Alimentos pertencente ao Curso de Engenharia de Alimentos, locado na Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP, e o teste de aceitabilidade realizado no Laboratório de Análise Sensorial, pertencente à mesma Faculdade.

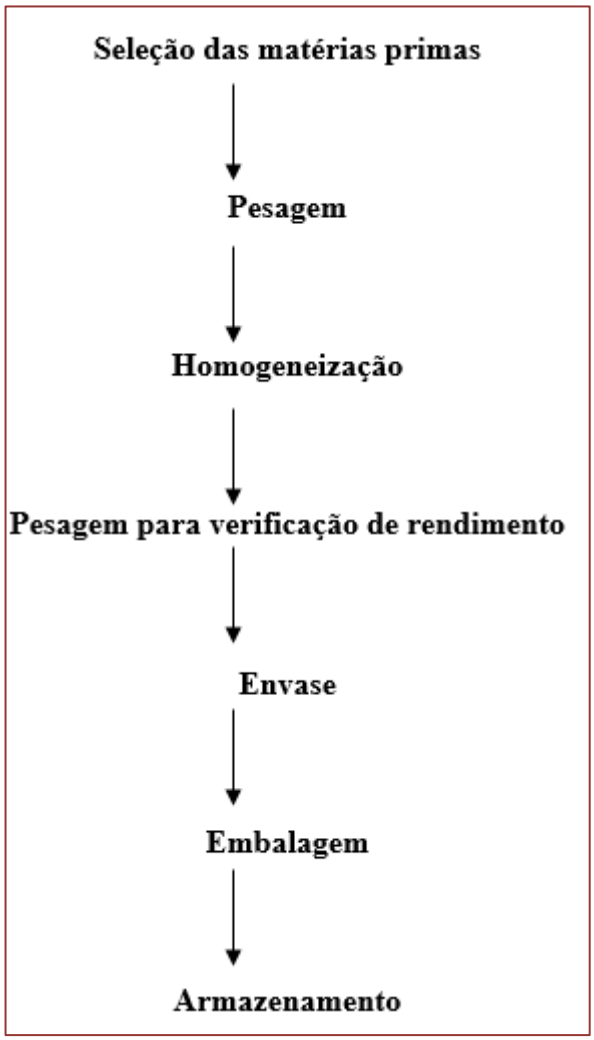
4.1. MATÉRIAS-PRIMAS

- isolado protéico de soja foi obtido através da empresa Solae.
- licopeno, foi adquirido através da empresa Galena.
- A farinha de trigo e as demais matérias-primas, foram adquiridas em um supermercado de Santa Bárbara D'oeste - SP.

4.2. PROCESSAMENTO DA MISTURA PRONTA PARA PANQUECA

O processamento da mistura pronta para panqueca enriquecida com soja e licopeno ilustrado no fluxograma Figura1.

Figura 1. Fluxograma. Etapas básicas da elaboração da Mistura pronta para panqueca enriquecida com soja e licopeno



4.3. SELEÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS

Foi realizada uma seleção das matérias-primas.

4.4. PESAGEM

Pesaram-se todas as matérias-primas nas quantidades adequadas à formulação, e em seguida, realizou-se a mistura e homogeneização da mesma.

4.5. HOMOGENEIZAÇÃO

Foi feita a homogeneização das matérias-prima para mistura pronta para panqueca enriquecida com soja e licopeno.

4.6. PESAGEM, ENVASE E ARMAZENAMENTO.

Depois de processada a mistura pronta para panqueca enriquecida com soja e licopeno, foi pesada para verificação de quantidade e embalada em embalagem plástica através de uma seladora e em seguida foi armazenada.

4.7. PROCESSAMENTO E FORMULAÇÃO DA MISTURA PRONTA PARA PANQUECA

Foram feitas três formulações para obtenção da mistura pronta enriquecida com soja e licopeno. Sendo ilustrada abaixo na tabela 3.

Tabela 3. Diferentes formulações para obtenção da pré- mistura para panqueca enriquecida com soja e licopeno

Farinha de Trigo	100	100	100
Sal	2,5	2,5	2,5
Cebola	0,5	0,5	0,5
Salsinha	0,2	0,2	0,2
Caldo vegetal	0,1	0,1	0,1
Isolado Protéico de Soja	5	10	15
Licopeno	10	10	10

A farinha de trigo foi pesada na proporção adequada para cada formulação, e posteriormente foi misturado o isolado protéico de soja, e licopeno. Os condimentos: o sal, salsinha, caldo vegetal, cebola e alho foram adicionados à mistura de forma gradativa.

Após a homogeneização das matérias primas, a pré- mistura para panqueca enriquecida com soja e licopeno, foi deixada em repouso por 30 minutos, e assim pesado para cálculo de rendimento, embalado e armazenada.

5. ANÁLISE SENSORIAL

Foi realizada análise de aceitabilidade, participaram do teste 30 provadores não treinados, onde as amostras foram apresentadas de forma monádica, em pratos codificados com algarismo de 3 dígitos, foram avaliadas as três formulações com a panqueca pronta.

Para preparo da massa da panqueca foram utilizados leite e ovo, assim cada provador recebeu 3 amostras da panqueca pronta Enriquecida com Soja e Licopeno juntamente com uma ficha do teste de aceitabilidade descrito abaixo.

Realizaram a análise das amostras de forma da esquerda para a direita, e atribuíram notas de acordo com suas impressões em relação a cada amostra provada, as amostras foram avaliadas em relação: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Utilizou-se a Escala Hedônica estruturada de 9 categorias onde (9 gostei muitíssimo e 1 para desgostei muitíssimo).

5.1. FICHA DO TESTE DE ACEITABILIDADE

Nome: Data:
e-mail:

Por favor, observe, aspire e prove a amostra **Panqueca Enriquecida Com Soja e Licopeno** e marque na escala abaixo o que você achou.

9. Gostei muitíssimo
8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente
6. Gostei ligeiramente
5. Nem gostei nem desgostei
4. Desgostei ligeiramente
3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito
1. Desgostei muitíssimo

Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global

Em relação à compra deste produto, qual seria sua atitude?

( ) Eu certamente NÃO compraria
( ) Eu provavelmente NÃO compraria
( ) Eu tenho dúvida se compraria ou não
( ) Eu provavelmente compraria
( ) Eu certamente compraria

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. ÍNDICE DE ACEITABILIDADE (IA)

O Índice de Aceitabilidade (IA) é dado pela divisão do valor médio de cada atributo, pela maior nota obtida, e multiplicada por 100, sendo que os valores obtidos são apresentados nas figuras de 2 a 8 descritas abaixo.

Os atributos avaliados, aparência, cor, aroma, textura e impressão global, nas três formulações, apresentaram índice de aceitabilidade superior a 80%. Segundo Dutcosky (1996), índice de aceitabilidade superior a 80% indica que o produto analisado é aceito.

Gráfico do índice de aceitabilidade.

Figura 2. Gráfico do Índice de Aceitabilidade

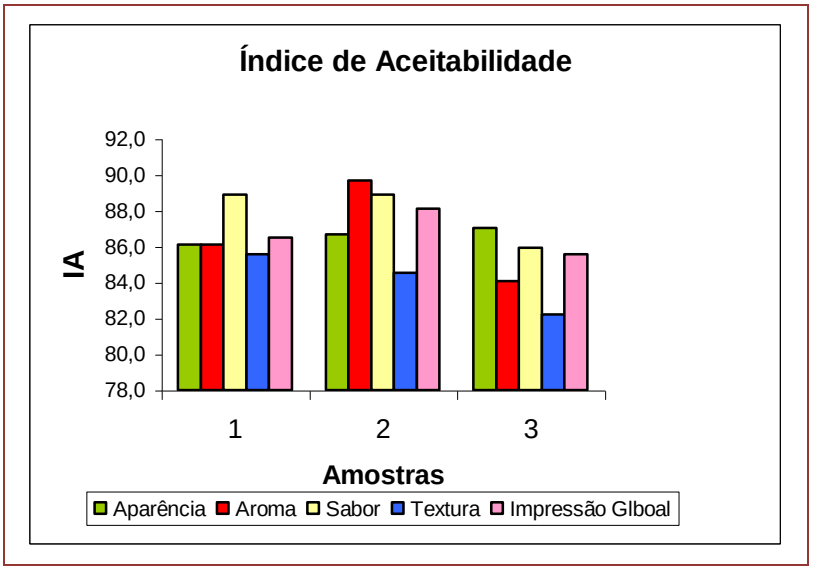


Figura 3. Gráfico do Índice de Aceitabilidade Para o Atributo Aparência

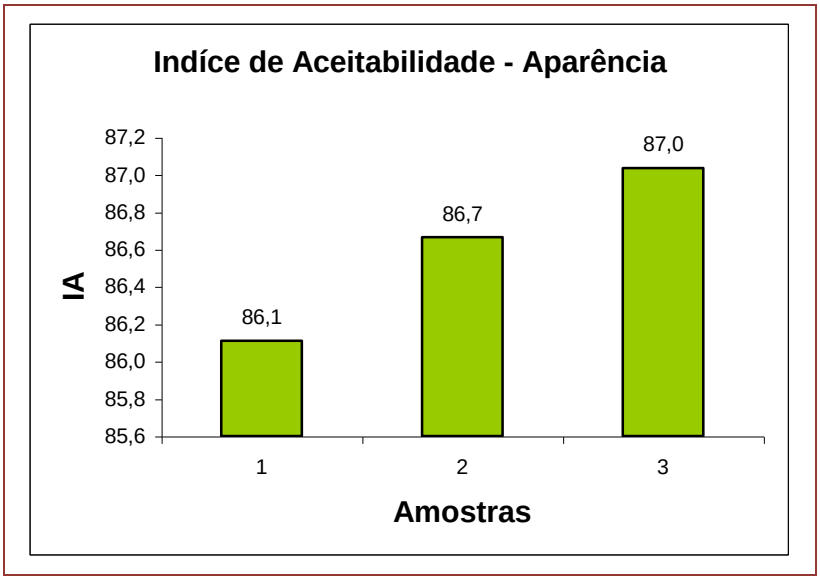


Figura 4. Gráfico do Índice de Aceitabilidade Para o Atributo Aroma

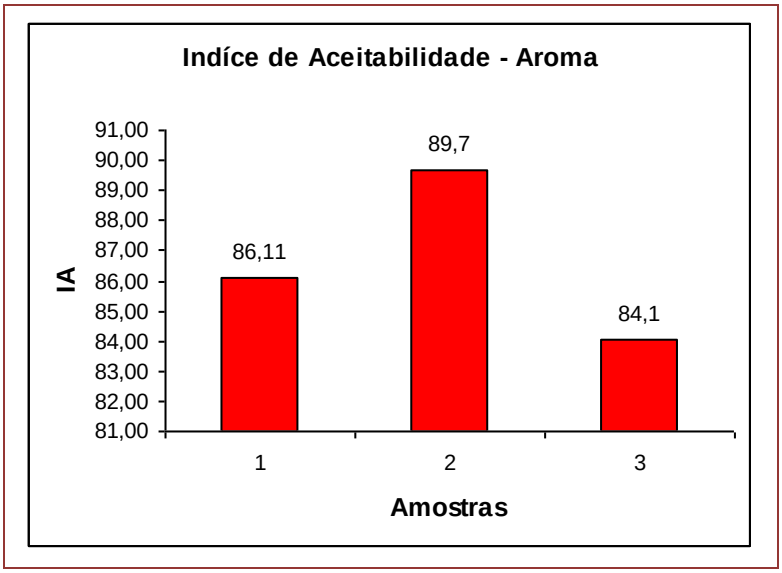


Figura 5. Gráfico do índice de Aceitabilidade para o Atributo Sabor

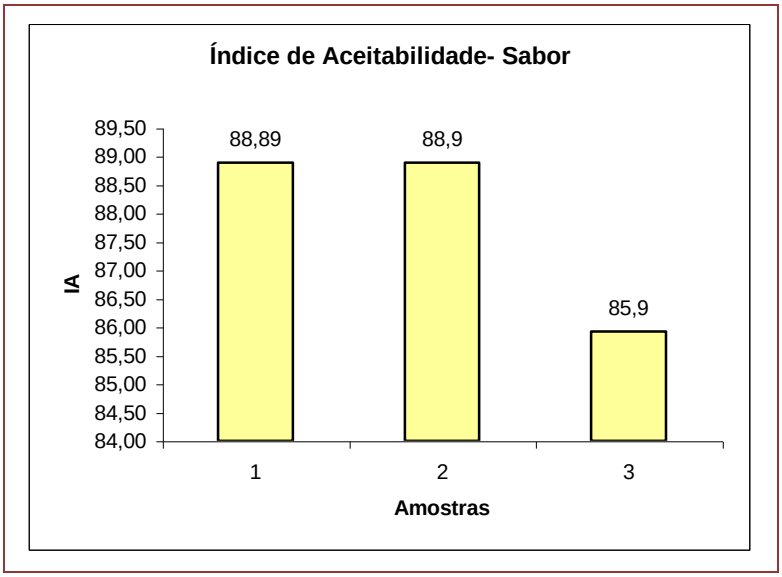


Figura 6. Gráfico do Índice de Aceitabilidade para o Atributo Textura

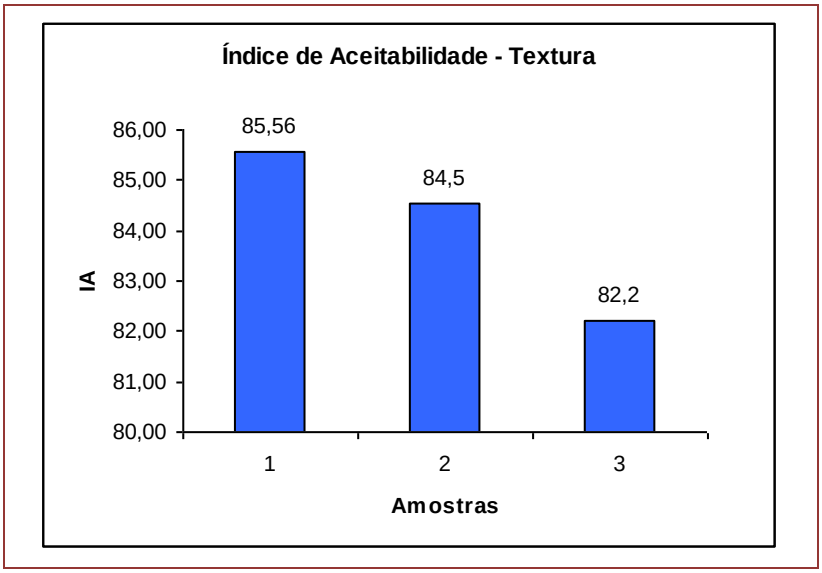
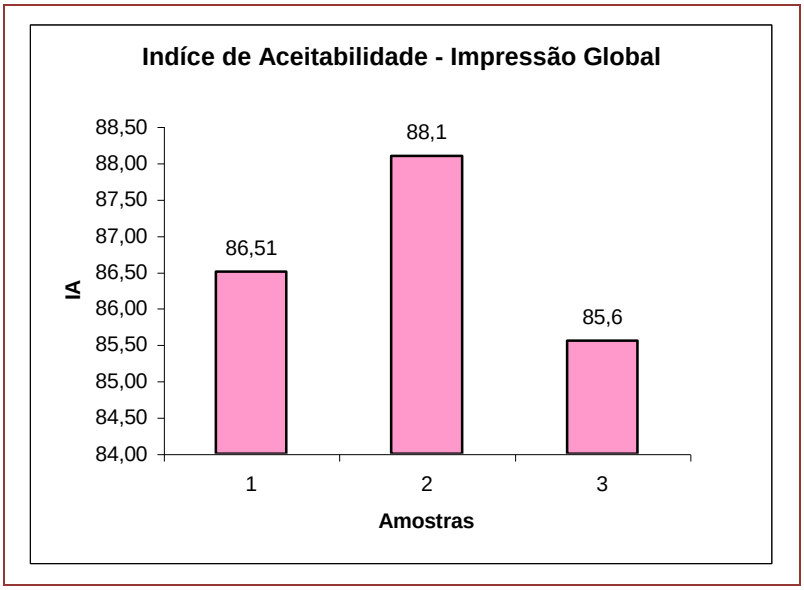
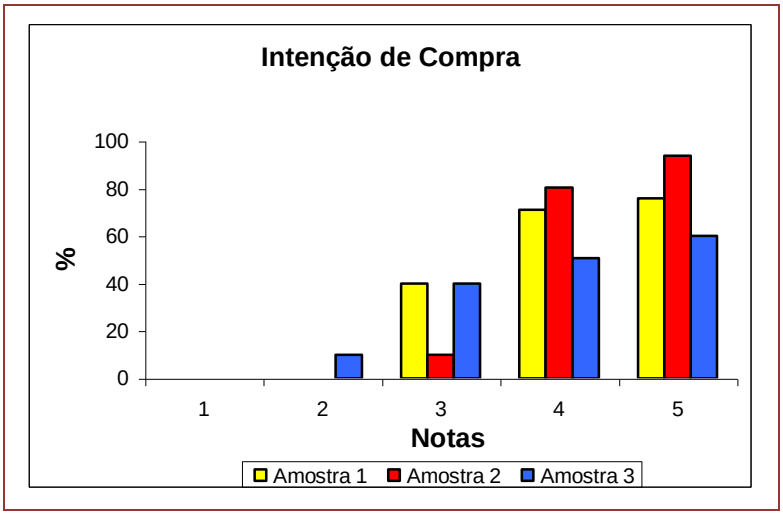


Figura 7. Gráfico do Índice de Aceitabilidade para o Atributo Impressão Global



Além de dar notas aos atributos das formulações, os provadores escolheram a formulação de sua preferência para intenção de compra, dos 30 provadores, indicaram intenção de compra segundo resultado que podem ser vistos na Figura 8.

Figura 8. Gráfico de Intenção de Compra



Com esses resultados apresentados graficamente pode-se afirmar que as amostras avaliadas tiveram boa aceitação para compra do produto.

6.2. ANÁLISE DA VARIÂNCIA (ANOVA)

Os resultados obtidos através da Análise de Variância (ANOVA), para cada atributo avaliado, estão representados nas Tabelas de 4 a 8.

Tabela 4 - Análise de variância (ANOVA) do atributo aparência

Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Linhas	38,46	29	1,33	5,02	8,96E-08	1,66
Colunas	0,02	2	0,01	0,04	0,96	3,16
Erro	15,31	58	0,26			
Total	53,79	89				

Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) do atributo aroma

ANOVA						
Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Linhas	7,43	29	0,26	0,76	0,79	1,66
Colunas	5,00	2	2,5	7,37	0,00	3,16
Erro	19,67	58	0,34			
Total	32,10	89				

Tabela 6 - análise de variância (ANOVA) do atributo sabor

ANOVA						
Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Linhas	39,12	29	1,35	3,52	2,27E-05	1,66
Colunas	1,09	2	0,54	1,42	0,25	3,16
Erro	22,24	58	0,38			
Total	62,46	89				

Tabela 7 - análise de variância (ANOVA) do atributo textura

ANOVA						
Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Linhas	38,1	29	1,31	2,94	0,000238	1,66
Colunas	0,07	2	0,03	0,07	0,93	3,16
Erro	25,93	58	0,45			
Total	64,1	89				

Tabela 8 - análise de variância (ANOVA) do atributo impressão global

ANOVA						
Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Linhas	38,32	29	1,32	3,40	3,56E-05	1,66
Colunas	0,16	2	0,08	0,20	0,82	3,16
Erro	22,51	58	0,39			
Total	60,99	89				

Nas Tabelas de 4 a 8 apresentadas, o valor de F calculado é maior que o valor de F crítico, o que o nível de 5% de significância entre as formulações. Estatisticamente a presença do isolado protéico variando as quantidades das concentrações não modificou os atributos sensoriais que interferem nas características organolépticas do produto.

6.3. TESTE DE TUKEY

Os resultados obtidos através da Análise de Variância (ANOVA), para cada atributo avaliado, estão representados na Tabela 9.

Tabela 9. Resultado das médias do teste de tukey

Formulação	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
1	7,8 [a]	7,93 [a]	8 [a]	7,6 [a]	7,73 [a]
2	7,8 [a]	7,93 [a]	8 [a]	7,57 [a]	7,83 [a]
3	7,83 [a]	7,43 [a]	7,77 [a]	7,53 [a]	7,80 a

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p<0,05$) pelo teste de Tukey nota que as formulações não diferem significativamente entre si ($p<0,05$).

Estudos semelhantes de produtos a base de licopeno podem mostrar a eficiência e boa aceitação em relação ao uso de licopeno em alimentos e a importância que o mesmo apresenta.

Segundo Faustin (2007) autora de Biscoito Salgado com Tomate, sendo apresentado com pequenas concentrações de licopeno, em análise sensorial realizada comprovou 77% em relação ao Índice de Aceitabilidade.

As amostras da panqueca enriquecida com soja e licopeno conforme mencionei acima teve um índice de Aceitabilidade superior a 80%.

Comprovando assim que a panqueca enriquecida com soja teve um índice de maior aceitabilidade em relação ao Biscoito Salgado Com Tomate.

Podendo comprovar que a panqueca enriquecida com soja teve boa aceitação em todos os atributos, e com grande aceitação em relação à compra deste produto.

Desta forma a panqueca enriquecida com soja e licopeno atingiu todas as expectativas em relação: a aceitação a compra e a verificação da melhor formulação.

7. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um mix para panqueca enriquecido com soja e licopeno reforça o potencial dos alimentos funcionais na promoção de uma dieta equilibrada e na melhoria da qualidade de vida. A incorporação de soja, rica em proteínas e isoflavonas, e de licopeno, com suas propriedades antioxidantes, evidencia a possibilidade de aliar conveniência alimentar a benefícios à saúde.

Nesse estudo, os resultados permitem chegar a algumas conclusões bastante relevantes:

As três formulações de panqueca enriquecida com soja e licopeno foram aceitas, em todos os atributos avaliados, o que é comprovado pelos resultados de índice de aceitabilidade superiores a 80%.

Apesar da diferença das concentrações de isolado protéico de soja nas formulações, não interferem na aceitabilidade do produto.

Através da Análise Estatística ANOVA e Testes de Médias de Tukey pode -se concluir que não há diferença significativa dos atributos avaliados nas três formulações, ao nível de 5% de probabilidade.

Pode se concluir que o produto desenvolvido apresentou boa aceitabilidade pelos provadores e demonstra ser uma alternativa inovadora e viável para consumidores em busca de alimentos práticos e saudáveis, além de atender à crescente demanda por soluções alimentares que previnam doenças crônicas e contribuam para o bem-estar geral.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Regulamento RESOLUÇÃO-RDC Nº 276, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005.

[2] CLINTON, S.K. Lycopene: chemistry, biology and implications for human health and disease. Nut. Rev., v.56, n.2, p.35-51,1998.DUTCOSKY, S.D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat, 1996.

[3] FARIA E. V. de; YOTSUYANAGI, K. Técnicas de análise sensorial. Campinas: LAFISE/ITAL, 2002.

[4] FERNANDES, Vanessa Lopes et al. Atratividade e palatabilidade de ração encapsulada de isolado pro-teico de soja, maltodextrina e goma arábica para alevinos de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus). OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, v. 22, n. 5, p. e4787-e4787, 2024.

[5] FERREIRA, A. Novo dicionário da língua portuguesa. 2a ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

[6] FERREIRA, V. Análise Sensorial, testes discriminativos e afetivos. Campinas: Manual Profíqua, 2000.

[7] FRANCO, R.; ROSSI, M.; SILVA, C. Isoflavonas da soja: benefícios à saúde humana. Revista de Nutrição Funcional, v. 20, n. 3, p. 45-52, 2019.

[8] GESTER, H. The potencial role of lycopene for human health. J. Am. Col. Nutr.v.16, n.2.109-126,1997.

[9] GIOVANNUCCI,E. L. et al. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. J Natl. Cancer Inst, 1995.

[10] LAJOLO, F.M. Alimentos Funcionais: uma visão geral. In: De ANGELIS R. C. Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas, São Paulo, Editora Atheneu, 2001.

[11] KRINSKY, NI. Carotenoids as antioxidants. Nutrition, v.31, 2001.MARTINHO, Taynara Freire da Silva Gonçalves et al. Importância alimentar e nutracêutica das hortaliças: Uma revisão. Caderno de ANAIS HOME, 2023

[12] MARRIOTT, B.M. Funcional foods: na ecologic perspective. Am. J. Clin. Nutr. v. 71, n.6(S), p.1728S-1734S,2000.

[13] MÉNDEZ FILHO, JD et al. Sobre los beneficios de los radicales libres. Rev Med IMSS, 1997.

[14] MORAIS, A. A. C.; SILVA, A. L. Soja: suas aplicações. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica, 1996.

[15] NGUYEN, M.L et al. Lycopene: chemical and biological properties. Food Tech. v.53, n.2, p. 38-45,1999.

[16] ORTELAM, Aline et al. Superfoods: scientific basis. 2022.

[17] PEREIRA, T. A.; MENDES, R. C.; OLIVEIRA, F. Licopeno e saúde: uma revisão das evidências científicas. Jornal Brasileiro de Alimentos Funcionais, v. 15, n. 1, p. 12-20, 2021.

[18] PIMENTEL, Fernando Campos et al. Propriedades funcionais do isolado proteico da soja (Glycine max (L) Merril). OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, v. 22, n. 6, p. e5298-e5298, 2024.

[19] RAO AV et al. Lycopene contents of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. Food Res Intl, 1998.

[20] SANTOS, J. F.; MOURA, L. P.; ALMEIDA, V. Alimentos funcionais e suas aplicações no cotidiano. Ciência e Saúde, v. 30, n. 4, p. 217-224, 2020.

[21] SEHN, Talia Talita et al. Qualidade da farinha de trigo submetido a dessecação química em pré-colheita. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, v. 22, n. 6, p. e5446-e5446, 2024.

[22] SILVA, José da. A soja e seus derivados: aspectos nutricionais e funcionais. 2. ed. São Paulo: Editora Saúde Integral, 2020.

Capítulo 6

Uso de resíduos de mandioca (Manihot esculenta Crantz) como alternativa para produção de biomassa nutritiva fermentada por Yarrowia Lipolytica

Fernanda Arpini Souza
Edmilson José Kleinert
Thiago Bergler Bitencourt

Resumo: A utilização de resíduos agroindustriais em processos de bioconversão tem ganhado destaque com o avanço da biotecnologia, buscando agregar valor comercial a materiais antes descartados. Esses processos devem ser de baixo custo, controláveis e livres de produtos químicos. A levedura *Yarrowia lipolytica* (YL) é uma microrganismo versátil, amplamente empregado na produção de lipídios, enzimas, ácido cítrico, proteínas, entre outros compostos de interesse. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade da YL de utilizar resíduos agroindustriais como fonte exclusiva de carbono, sem a necessidade de adição de fontes externas de carboidratos, para o desenvolvimento celular. Foram analisadas a produção de proteínas e lipídios a partir de diferentes fontes de carbono e a otimização do processo (agitação, temperatura e fonte de nitrogênio). A cepa YL obteve 22,3% de proteína e 9,4% de lipídios a partir da biomassa seca, resultando em um aumento de 179% na produção de proteínas e 660% na produção de lipídios, comparado à matéria-prima de resíduos de mandioca.

Palavras-chave: levedura, bioconversão, resíduos agroindustriais.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca tem grande número de usos potenciais, e pode ser classificada em função do tipo de raiz como mandioca de "mesa" ou "industrial". A maior parte da mandioca de "mesa" é comercializada na forma *in natura* descascada e cortada, gerando resíduos do processamento mínimo empregado para comercialização da matéria-prima. A mandioca para a indústria tem uma grande variedade de usos, dos quais a farinha e a fécula são as mais importantes, que também geram resíduos no processamento (Fialho; Vieira, 2013).

A geração de resíduos e subprodutos é inerente ao processo de beneficiamento de qualquer setor produtivo principalmente no que se refere ao processamento de frutas, vegetais e cereais. Com o aumento da conscientização ecológica, fica evidenciado um grande desafio para as próximas décadas que é equilibrar produção, crescimento econômico, igualdade social e sustentabilidade ambiental. Considerando a quantidade de nutrientes disponíveis nos resíduos sólidos agroindustriais estes podem ser convertidos em produtos de interesse comercial (Souza et al., 2019).

A utilização de micro-organismos para a produção de compostos de interesse comercial se dá através de processos de bioconversão. Com a utilização de tecnologias adequadas a biotransformação beneficia e aumenta a biodisponibilidade de nutrientes com o uso de fungos reconhecidamente comestíveis. Ensaios e métodos podem avaliar o potencial do uso de resíduos e co-produtos da agroindústria e proporcionar o melhor aproveitamento destes e, consequentemente, aumentar a disponibilidade de alimentos com valores nutricionais adequados (Morales et al., 2016).

O uso da fermentação para transformação dos resíduos possui vantagens como baixo o custo de processo, facilidade da aplicação, melhora na digestibilidade, melhora no valor nutricional, fácil controle e não utiliza produtos químicos. Dentre os substratos que são comumente utilizados nesse processo de bioconversão se destacam melaços, resíduos e excedentes de frutas e vegetais, soros de indústrias de laticínios e hidrocarbonetos de petróleo (Spadotto; Ribeiro, 2006).

A levedura *Yarrowia lipolytica* possui capacidade de utilizar diversos substratos, para a produção de biomassa microbiana, é capaz de produzir metabólitos importantes, além de possuir intensa atividade secretora, o que justifica o seu interesse. A fermentação utilizando esta levedura se apresenta como uma tecnologia capaz de propor caminhos alternativos para os resíduos gerados pelo processamento de mandioca em pequenas propriedades da região da Cantuquiriguaçú, diminuindo possíveis problemas ambientais, bem como, agregar valor a essas matérias-primas, por meio da produção de substâncias com valor agregado (Souza, 2018).

2. PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

2.1. PRODUÇÃO

A produção agrícola brasileira tem passado nas últimas décadas por um expressivo aumento na produção, principalmente no que se refere a produção de grãos, o que nos garante posição de destaque no cenário internacional (Bungenstab, 2015). Têm contribuído para isso os investimentos em pesquisa agrícola, o melhoramento de sementes, investimentos em manejo adequado do solo e a disponibilidade de crédito facilitado, fazendo com que o Brasil seja elevado ao patamar de um dos melhores e maiores produtores mundiais de alimentos (Souza et al., 2006).

O agronegócio passou a ser o principal componente das exportações e os produtos de maior relevância na exportação são a soja, o milho e as carnes de aves, suínas e bovinas, café, açúcar, entre outros. Dentro do avanço tecnológico e do aumento da produção agrícola, destaca-se a cultura do milho no Paraná, que nos últimos 10 anos passou de 3.800 kg/ ha para 8.000 kg/ ha. Da mesma forma a cultura da soja que já registrou 3.700 kg/ha e a cevada com 4.900 kg/ha, na safra de 2016/17 (Deral, 2020).

Há um crescente aumento das lavouras mecanizadas e das culturas destinadas principalmente à exportação em detrimento das culturas destinadas basicamente ao mercado interno. Este fato tem contribuído para a estagnação da cultura de mandioca, que há vários anos vem registrando uma área menor que 2 milhões de hectares e a produção não ultrapassa a 23 milhões de toneladas (Deral, 2020).

O último levantamento do IBGE (2020) indica uma produção brasileira de pouco mais de 17 milhões de toneladas na safra 2019, o que comprova a menor produção dos últimos anos. Uma das características da mandiocultura brasileira é o seu consumo voltado ao mercado interno e com pouca expressão no comércio internacional. Esta situação fragiliza com facilidade os preços quando a produção atinge maiores volumes (Fialho; Vieira, 2013).

O cultivo da mandioca exerce um papel fundamental na soberania alimentar e econômica de muitas famílias camponesas, a produção é encontrada em todos os municípios brasileiros, porém, com maior concentração nas regiões Norte e Nordeste do país. Essas duas Regiões apresentam grande semelhança, tanto na produção agrícola quanto no consumo final do produto. Ambas possuem muitas casas de farinha e todas de pequeno porte, onde boa parte do processo industrial é realizado manualmente, empregando grande contingente de mão de obra (Fialho; Vieira, 2013).

Devido à disseminação da mandioca em plantações de quintal, os dados oficiais levam em conta apenas a quantidade que passa por etapas formais de comercialização. O consumo per capita em 2009, no Brasil, foi de 42,4 kg/ano. Conforme enfatizado por Cardoso, Souza e Gameiro (2006), estudos realizados no Brasil nas últimas duas décadas indicaram que crescimento econômico acompanhado de melhor distribuição de renda tendem a provocar redução na demanda de mandioca.

Sabendo que a população mundial vem crescendo de forma acelerada, a organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO, vem alertando as autoridades com relação à produção de alimentos que não acompanha o mesmo ritmo de crescimento. Os últimos dados indicam uma população de aproximadamente sete bilhões e quatrocentos milhões de pessoas. Assim sendo, os esforços da FAO têm sido no sentido de alertar as autoridades para a necessidade de aumentar a produção de alimentos básicos como arroz, feijão, batata, trigo e também mandioca. Geralmente, esses alimentos destinados a alimentação básicas, são produzidos em sua maioria pela agricultura familiar ou em pequenas propriedades (Kepple, 2014).

A mandioca pode ser amplamente cultivada, em termos de solos e clima. A amplitude térmica ideal varia de 10 a 40°C, só não suporta geadas. Devem ser feitas correções com calcário, em caso de acidez mais alta, e adubação de acordo com a análise de solo. Da mesma forma, devem ser feitas a adubação de plantio e de cobertura que ocorrerão entre o 40 a 60 dias do início da cultura. O preparo do solo deve ser feito de maneira mínima para que a planta tenha um bom desenvolvimento radicular. Para o plantio, são feitos sulcos onde se depositam as "manivas". A época de plantio geralmente é no início do

período chuvoso, no Centro-Sul, no mês de outubro, pois essa raiz necessita de 1000 a 1500 mm de água para completar seu ciclo.

2.2. CONSUMO

A mandioca é o produto mais popular da alimentação brasileira desde o início da colonização. Pode ser preparada de diferentes formas e a farinha, seu principal produto, é usada por todas as camadas da população. Presente nos pratos cotidianos simples, ocupa lugar de destaque no sistema culinário nacional e regional desempenhando em algumas regiões do país relevante papel na construção de identidades culturais. Os múltiplos e variados aspectos que envolvem o seu cultivo e transformação em alimento conferem-lhe considerável importância histórica, econômica e social. Da produção até o consumo final, um conjunto de práticas, relações sociais e representações simbólicas expressam significados cujos conteúdos revelam elevado valor cultural. Devido a sua riqueza química e nutricional, a composição química média da raiz da mandioca pode variar de acordo com a cultivar e com o solo em que é cultivada mas a raiz é composta basicamente por: 65% água, 25% amido, 3% proteína, 2% de celulose e 5% outros (Feniman, 2004).

Persiste a disparidade no consumo per capita de farinha de mandioca entre as regiões do País; o mais recente levantamento confirma o maior consumo nas regiões Norte e Nordeste. A média brasileira é de 5,3 quilos anuais per capita, enquanto a região Norte continua com a maior média do País (23,54 kg/per capita/ano), seguida pela região Nordeste (9,67 kg/per capita/ano). Todas as demais regiões apresentam consumo inferior a 1,3 kg/per capita/ano (SEBRAE, 2012).

3. PROCESSAMENTO E PRODUTOS

É nas regiões Sul e Sudeste que predominam as indústrias processadoras de mandioca de maior porte, tanto de fécula como de farinha. Segundo a Embrapa (2019), a produção total de mandioca no Brasil no ano foi de 17.497.115 toneladas, os três principais Estados produtores foram Pará com 3.711.214 toneladas, em segundo lugar o Paraná com 3.176.368 toneladas seguido por São Paulo com 1.358.067 de toneladas.

A fécula é o amido extraído das raízes de tubérculos, como a mandioca, a produção brasileira de fécula apresentou um forte crescimento nos últimos 28 anos, passando de 170 mil toneladas em 1990 para 537 mil toneladas em 2018, o que representa um aumento de 232%. Dentre os principais estados produtores de fécula destacam-se o Paraná que representa mais de 60% da produção nacional, seguido por Mato Grosso, São Paulo e em menor escala Santa Catarina. A produção brasileira de fécula se destina basicamente ao consumo do mercado interno e uma pequena parcela em torno de 1% é exportada para outros países. A fécula é utilizada em inúmeros produtos, entre eles na indústria de papel e papelão, nos frigoríficos, indústria alimentícia, química e têxtil.

O Estado do Paraná, conta com 42 unidades processadoras produtoras de fécula de um total de 71 existentes no País. As indústrias de fécula estão localizadas predominantemente nas regiões de Paranavaí, Umuarama, Campo Mourão e Toledo. Das 42 unidades processadoras instaladas no estado, 25 plantas estão no Noroeste paranaense, 10 no extremo Oeste e 7 no Centro-Oeste.

Apesar de a maior produção estar localizada em torno dos núcleos processadores, a mandioca é produzida em praticamente todos os municípios do Paraná, porém, em menor escala, com baixo nível tecnológico, o que resulta em baixas produtividades e a produção é destinada principalmente para o consumo humano e animal. Como se trata de pequenos volumes, o excedente da produção é comercializado localmente, nos supermercados ou em feiras livres.

4. ESTUDO DE CASO: OBTENÇÃO DE PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS COM A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CASCA DE MANDICOCA FERMENTADOS PELA LEVEDURA YARROWIA LIPOLYTICA QU69

4.1. PROCESSAMENTO X RESÍDUOS

O caráter agrícola brasileiro, no qual se insere as atividades agroindustriais, tem papel importante na cultura de subsistência, criações de animais para produção de derivados, armazenagem e processamento de produtos. Adicionalmente, as agroindústrias correspondem a uma das formas de cultura mais tradicionais em pequenas propriedades. Essas atividades, essenciais para a produtividade agroindustrial e desenvolvimento da nação, estão atreladas a emissão de resíduos. Segundo Silveira (2017), o processo produtivo nas empresas agroindustriais, especialmente, das operações de transformação, com o intuito de obtenção produtos com maior valor agregado gera resíduos a serem destinados posteriormente. Para Callado (2015), atividades de transformação, “são os processos pelos quais as matérias primas oriundas de produtos agrícolas ou animais são processadas e modificadas para a obtenção de produtos derivados que possuem características próprias”.

Apesar de não serem encontrados dados na literatura especificamente da produção agrícola e do processamento na região da Cantuquiriguaçu – PR e da consequente produção de resíduos pode-se ter um panorama geral quando observados dados do Estado do Paraná e do Brasil quanto aos principais produtos cultivados na região.

No que se refere a produção de mandioca sabe-se a cultura promove benefício econômico para os municípios produtores e para o Estado onde está inserida, por meio da comercialização da raiz descascada, da farinha, goma entre outros. No Brasil, o cultivo da mandioca representa uma das culturas de maior importância socioeconômica, explorada principalmente por agricultores familiares.

A casca de mandioca é o resíduo obtido durante o início da fabricação da farinha de mandioca ou do processamento para venda da raiz descascada, o resíduo é constituído de casca, entrecasca e pontas de mandioca e apresentando elevado teor de umidade (85%). O volume gerado chega a atingir 7,79% do total colhido e sua destinação correta pode não só minimizar problemas ambientais, mas pode contribuir com a cadeia produtiva da produção de fécula ou farinha de mandioca se for comercializado e agregar lucro ao seguimento. Convém ressaltar que atividade pecuária, principalmente de gado de leite é tradicionalmente exercida por pequenos produtores rurais da região com escassez de recursos e com necessidades emergenciais de reduzirem os custos de produção e os resíduos da mandioca após processados podem se apresentar como uma opção nutritiva e de baixo custo para a alimentação animal.

Considerando que o Paraná é o segundo maior produtor nacional de mandioca e que essa produção em sua maioria é obtida em pequenas propriedades rurais onde há pouca ou nenhuma tecnificação, somados a falta de investimento no campo, os agricultores

familiares muitas vezes desconhecem alternativas de gerenciamento de resíduos e acabam depositando em local inapropriado. Diante do exposto, percebe-se que a destinação adequada dos resíduos, se torna um desafio para essas famílias, já que a geração excessiva de resíduos sólidos e líquidos com uma disposição final inadequada e insegura podem causar problemas à saúde, além da degradação ambiental.

4.2. YARROWIA LIPOLYTICA

O gênero *Yarrowia* compreende um grupo de fungos leveduriformes encontrados em diversos ecossistemas. Podem ser encontradas e isoladas em locais contaminados com óleos e plantas (Ledesma-Amaro et al., 2016) variedades de queijos brie, feta e cheddar e produtos avícolas (Zinjarde et al., 2014); solo e água do mar (Sutherland; Cornelison; Crow Jr, 2014), entre outros.

Geralmente são dimórficas, podendo aparecer microscopicamente na forma de leveduras apresentando células alongadas ou ovaladas, medindo em média 3 a 7 µm de largura e 3 a 14 µm de comprimento, na forma de micélio apresentando pseudohifas ou hifas verdadeiras**.** Esta levedura é bastante diferente dos modelos celulares mais estudados como *Saccharomyces cerevisiae* e *Schizosaccharomyces pombe* que são consideradas leveduras "convencionais", em relação à fisiologia, genética e biologia molecular e, portanto, pertence ao grupo das leveduras "não-convencionais", sendo a espécie mais estudada desse grupo (Barth; Gaillardin, 1997).

Yarrowia lipolytica é classificada como *GRAS* (*Generally Recognized as Safe*) pela *Food and Drug Administration* (FDA), é aeróbia estrita e considerada uma das leveduras não convencionais com maior potencial em aplicações biotecnológicas(Liu; Ji; Huang, 2015).

É capaz de assimilar hidrocarbonetos e compostos de petróleo (Csutak et al., 2015); glicose, manitol, acetato, piruvato, citrato, lactato (Sutherland; Cornelison; Crow Jr, 2014); e diversos substratos hidrofóbicos (Madzak; Gaillardin; Beckerich, 2004; Zhu; Jackson, 2015).

Esta levedura é utilizada em diversos processos e sua biomassa já foi analisada e testada em diversas áreas. Sutherland, Cornelison e Crow (2014) testaram a levedura para produção de proteínas unicelulares, aromas, bioemulsificantes, lipases e ácido cítrico; foi utilizada para produção de proteínas unicelulares e ácidos graxos, ácido cítrico (Machado Junior et al., 2015), biorremediação e tratamento de efluentes petróleo (Csutak et al., 2015), proteases, lipases, ácidos orgânicos (Bankar; Kumar; Zinjarde, 2009) e diversas outras substâncias de acordo com a variação da fonte de carbono e do meio de suplementação utilizados (Liu; ji; Huang, 2015).

4.3. PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS

Vários estudos têm sido desenvolvidos sobre a síntese de lipídios por via microbiana, grande parte deles voltados para a possibilidade de obter alternativa para a carência de alimentos e outra, para a produção de energia. Como supridores de lipídios, os micro-organismos oferecem algumas vantagens potenciais em relação aos animais e vegetais como, por exemplo, a grande rapidez de geração, menor área de produção para uma mesma massa de material graxo e melhor controle da produção e do produto.

Nos micro-organismos, os lipídios são sintetizados durante a fase de crescimento como parte de seu processo metabólico e como reserva de carbono. Os lipídios microbianos

denominados “Single-cell-oil” (SCO) têm sido considerados uma alternativa interessante, pois são similares em termos da composição em ácidos graxos aos óleos vegetais e animais e possuem a vantagem de serem produzidos a partir de substratos de baixo custo.

Dependendo das condições ambientais a que estão expostas, as células de micro-organismos são capazes de mobilizar ácidos graxos livres ou triacilgliceróis e ésteres de esteróis em corpos lipídicos, que consistem num núcleo hidrofóbico formado a partir de lipídios neutros e rodeado por uma monocamada de fosfolipídios com algumas proteínas incorporadas. Os lipídios podem acumular-se através de duas vias diferentes: síntese de novo, envolvendo a produção em condições de precursores de ácidos graxos, tais como acetil e malonil-CoA e sua integração no lipídio de armazenamento biossintética e a via de acumulação ex novo, envolvendo a absorção de ácidos graxos, óleos e triacilgliceróis do meio de cultura e a sua acumulação numa forma inalterada ou modificada dentro da célula (Beopoulos; Chardot; Nicaud, 2009).

Os processos de síntese de lipídios por micro-organismos tornam-se bastante interessantes, já que são capazes de sintetizar unicamente um ácido graxo insaturado ou em concomitância outro ácido graxo saturado em menor quantidade e que esses ácidos graxos podem ser utilizados como suplemento alimentar (Nelson; Cox, 2018).

Tratando-se de alimentação, a ingestão de ácidos graxos insaturados é importante pois são essenciais dado ao fato de não serem sintetizados pelo organismo, necessitando assim, terem sua demanda metabólica suprida pela ingestão de alimentos. Os principais grupos recomendados nas dietas alimentares são os ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados que apresentam características antioxidantes e auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares (Morales et al., 2016).

Os processos de síntese de lipídios por micro-organismos tornam-se bastante interessantes, já que são capazes de sintetizar unicamente um ácido graxo insaturado ou em concomitância com outro ácido graxo insaturado em menor quantidade e que esses ácidos graxos podem ser utilizados como suplemento alimentar (Nelson; Cox, 2018).

Quanto as proteínas heterólogas ou proteínas de organismos unicelulares são proteínas extraídas a partir de cultivos de biomassa microbiana, e podem ser utilizadas para suprimento de proteína de um alimento básico por substituição de fontes de alto custo para diminuir o efeito da escassez de proteínas (Anupama; Ravindra, 2000).

A proteína microbiana apresenta considerável digestibilidade, podendo ser utilizada como fonte adicional de proteína a ser incorporada na dieta. O consumo de proteínas está relacionado às necessidades de ingestão de aminoácidos essenciais. Esses nutrientes exercem papel determinante na eficiência do metabolismo do organismo, estando diretamente ligados à construção de proteínas, regulação de processos celulares, precursores de moléculas, entre outros. São considerados aminoácidos essenciais, pois, não podem ser sintetizados pelos organismos e, consequentemente, devem ser supridos mediante dieta adequada (Morales et al., 2016).

O micro-organismo ideal para a produção de proteínas unicelulares deve possuir uma série de características tecnológicas, entre elas alta taxa de crescimento específico e rendimento de biomassa, alta afinidade pelo substrato, poucas necessidades nutricionais, habilidade em desenvolver alta densidade celular, capacidade para modificações genéticas, composição balanceada de proteínas e lipídios e baixo teor de ácidos nucléicos, boa digestibilidade e atoxicidade (Roepcke; Vandenberghe; Soccol, 2011).

Leveduras certificadas como GRAS (*Generally Recognized As Safe*) podem ser usadas na alimentação humana e animal, sob diversas formas e para diversas finalidades. As leveduras são reconhecidas mundialmente como excelentes fontes de proteínas, vitaminas do complexo B, minerais essenciais e fibra dietética. (Santos et al., 2012).

Diversos estudos têm sido conduzidos para viabilizar a utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação animal. A procura por alimentos não convencionais tem aumentado principalmente devido aos frequentes aumentos nos preços dos grãos e fontes proteicas vegetais. Dentre os produtos que podem substituir os suplementos proteicos convencionais na alimentação animal destacam-se os micro-organismos (algas, bactérias, bolores e leveduras), considerados fontes de proteína unicelular.

Na área da produção de proteínas, as leveduras oferecem uma série de vantagens como sistemas de expressão para proteínas complexas e possuem vantagem sobre as bactérias por serem maiores e possuir facilidade de manipulação e capacidade de crescimento (Madzak; Gaillardin; Beckerich, 2004). Os perfis de fermentação das leveduras são estabelecidos e estes organismos são capazes de crescer rapidamente em meios simples com densidade celular elevada a um custo inferior ao de qualquer outro sistema de fermentação (Dominguez et al., 1998).

4.4. BIOCONVERSÃO

A utilização de micro-organismos para a produção de compostos de interesse comercial se dá através de processos de bioconversão. Com a utilização de tecnologias adequadas a biotransformação beneficia e aumenta a biodisponibilidade de nutrientes com o uso de fungos reconhecidamente comestíveis. Ensaios e métodos podem avaliar o potencial do uso de resíduos e co-produtos da agroindústria e proporcionar o melhor aproveitamento destes e, consequentemente, aumentar a disponibilidade de alimentos com valores nutricionais adequados (Morales et al., 2016).

Micro-organismos têm a habilidade para utilizar material orgânico com pouco conteúdo proteico e transformá-lo em alimento rico em proteínas. Este fenômeno foi utilizado na Alemanha durante a Primeira Guerra Mundial quando o crescimento de *Saccharomyces cerevisiae* foi explorado para consumo humano (Santos et al., 2012).

Vários resíduos agroindustriais têm sido utilizados para produção de proteína oriunda de micro-organismos para alimentação de aves e ruminantes (Rajoka et al., 2006). Dentre os substratos que são comumente utilizados para produção de biomassa, se destacam melaços, resíduos e excedentes de frutas, soros de indústrias de laticínios e hidrocarbonetos de petróleo.

A bioconversão de resíduos agrícolas e industriais para produção de alimentos ricos em proteínas possui ainda como vantagem o fato do produto ter baixo custo (Anupama; Ravindra, 2000). Espécies de fungos são cultivadas em diferentes substratos, geralmente resíduos de baixo custo, com suplementação de carbono e nitrogênio para o crescimento.

Na bioconversão, resíduos podem alcançar maiores concentrações nutricionais e serem utilizados como suplemento nutricional, sendo uma alternativa para alimentação animal. A produção de ração animal via crescimento microbiano pode vir a ser uma solução para os problemas de deficiência alimentar existentes (Araújo et al., 2010).

4.5. EXPERIMENTOS

Após levantamento sobre quais os resíduos agroindustriais são comumente encontrados nas propriedades da região próxima ao *campus* da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Laranjeiras do Sul – PR foram selecionados as seguintes matérias-primas para estudo: cascas de: abóbora, banana, batata, batata doce, laranja, mandioca, maracujá, caule de bananeira e caroços de algodão.

Os resíduos foram previamente secos a 50ºC por 24 horas, triturados em moinho de rotor martelo (Fortinox STAR FT53) e peneirados em peneiras de 6-8 mesh, estocados em frascos de vidro com tampa em temperatura ambiente.

O tipo de fermentação utilizada foi a fermentação submersa apresentar as vantagens de possuir fácil controle, necessitar menos mão de obra para operação, melhor controle do processo, a superfície celular do agente ficar inteiramente exposta ao meio, facilitando as trocas (absorção e excreção), a esterilização de um meio líquido é mais fácil, pode ser transformado em cultivo contínuo. A finalidade da agitação em cultivos submersos é a de suprir oxigênio e colocá-lo em contato com as células em crescimento, além de facilitar as trocas metabólicas entre as células e o meio (Reguly, 2000).

Para realizar o preparo do inóculo contendo as células da levedura, primeiramente foi preparado ágar GYP conforme descrito por Csutak et. al (2015) contendo glicose 2%, peptona 1%, extrato de levedura 0,5% e ágar 2%; a levedura foi isolada por esgotamento e incubada a 28ºC por 48 horas (estufa Ethik Technology, 4410-5NDRE). Após o período de incubação, algumas colônias foram transferidas para tubos de ensaio contendo 10 mL de solução salina e então realizada leitura da densidade óptica a 500nm a fim de se obter absorbância de 0,104, que conforme estudo prévio corresponde ao tubo 0,5 da escala padrão de McFarland e $2x10^6$UFC/mL de células de *Y. lipolytica* QU69.

Foi utilizado meio de suplementação mineral descrito por Santos et al. (2013) com modificações, composto de 1% de nitrato de sódio ($NaNO_3$), 0,1% de fosfato de potássio monobásico (KH_2PO_4) e 0,05% de sulfato de magnésio heptahidratado ($MgSO_4.7H_2O$). As fermentações foram realizadas em banho com agitação tipo Dubnoff (Nova Instruments NI 1232) durante nove dias com temperatura de 30ºC. Foram utilizados frascos erlenmeyer com capacidade de 125mL, contendo 5% de resíduo como fonte de carbono e 50mL do meio de suplementação, os frascos contendo o resíduo e o meio mineral foram autoclavados, adicionados de 1mL da suspensão de células contendo $2x10^6$ UFC/mL e incubados em banho com agitação de 100rpm em temperaturas e tempos pré-determinados.

Após o processo de bioconversão a biomassa obtida foi congelada e submetida ao processo de liofilização (Liotop L101). Foram realizadas análises de proteínas pelo método de Kjeldahl, conforme procedimento AOAC (1990), lipídios totais utilizando método Bligh-Dyer (1959) e, ainda, análise cromatográfica (CG-EM) dos ácidos graxos tanto no resíduo in natura quanto na biomassa liofilizada.

4.6. PRODUÇÃO DE PROTEÍNAS

Inicialmente foram realizados processos utilizando meio de suplementação padrão contendo 1% de nitrato de sódio, 0,1% de fosfato de potássio monobásico e 0,05% de sulfato de magnésio heptahidratado com agitação de 100 rpm a 30º C, durante nove dias. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados obtidos quanto ao teor proteico da fonte de carbono *in natura* e da biomassa liofilizada acompanhados da variação proteica após o processo de bioconversão

Fonte de carbono	Proteínas na fonte de carbono* (%)	Proteínas na biomassa liofilizada*,** (%)	Variação Proteica (%)
Caroço de algodão	26,4 ± 1,7	22,2 ± 2,5	-16
Cascas de abóbora	11,4 ± 0,5	13,0 ± 3,7	14
Cascas de banana	5,4 ± 0,5	9,4 ± 1,2	74
Cascas de batata	14,1 ± 1,2	10,9 ± 1,2	-23
Cascas de batata doce	3,6 ± 0,6	15,9 ± 0,8	342
Cascas de laranja	6,8 ± 0,5	5,8 ± 1,8	-15
Cascas de mandioca	8,0 ± 0,8	22,3 ± 0,9	179
Cascas de maracujá	5,8 ± 0,4	2,3 ± 0,8	-60
Caule de bananeira	4,3 ± 0,6	5,3 ± 1,2	22

* Os resultados apresentados correspondem a média aritmética ± o intervalo de confiança (IC) a 95%.
** Resultados apresentados com a subtração do valor de 6,6 correspondente a contribuição do nitrato de sódio no resultado obtido.

Elaborado pelos autores, 2018.

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram que algumas fontes de carbono como caroço de algodão, cascas de batata, cascas de laranja e cascas de maracujá obtiveram resultados negativos para a produção de proteínas, esses resultados demonstram a dificuldade de difusão do meio mineral entre a fonte de carbono e as células da levedura, mesmo com agitação a difusão não foi suficiente. Essas fontes não são adequadas para bioconversão com *Y. lipolytica* QU69 nas condições testadas.

Os resíduos de cascas de abóbora, cascas de banana e caule de bananeira são considerados adequados para utilização em processo de bioconversão, pois alcançaram valores que variaram entre 5,3% a 16,1%, considerados resultados intermediários, porém, diante de outras fontes de carbono testadas que obtiveram resultados superiores, optou-se em não dar seguimento ao estudo utilizando ganhos proteicos inferiores a 100%.

O resíduo de casca de batata doce obteve o maior ganho proteico, que foi de 342%, inicialmente o resíduo possuía 3,6% de proteínas e após nove dias de fermentação 15,9%. O expressivo aumento no teor de proteínas se deve ao teor de açúcares que compõe a raiz que conforme Leonel e Cereda (2002) podem chegar a 12,7%. Como a fonte de carbono utilizada possuía naturalmente quantidade expressiva de açúcares, estes contribuíram para maior desenvolvimento celular e consequente maior produção de proteínas.

No processo em que foram utilizadas cascas de mandioca como fonte de carbono o ganho proteico foi de 179%, considerado o mais promissor em função do teor de proteínas após a bioconversão ter sido de 22,3%.

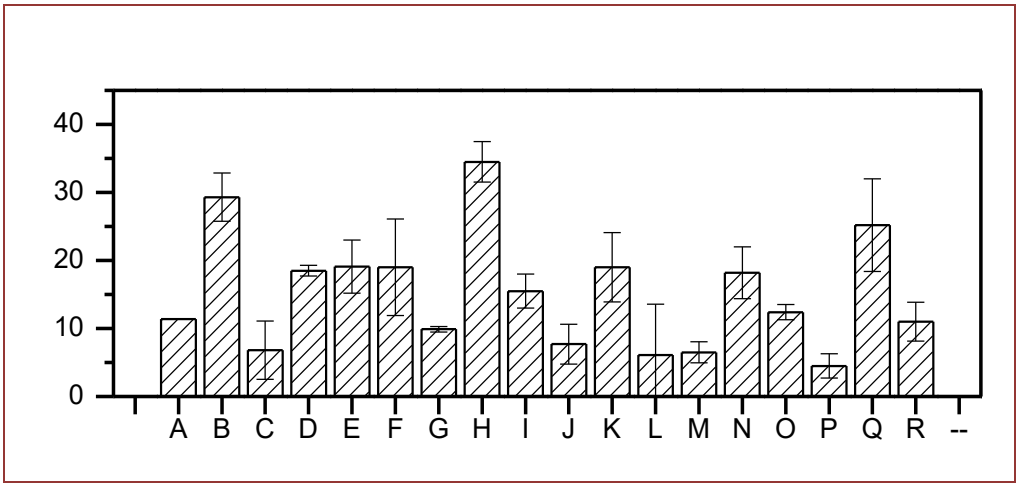
4.7. OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PROTEÍNAS

Analisando os resultados apresentados na Tabela 1, foi possível observar que o resíduo de casca de mandioca quando utilizado como fonte de carbono na bioconversão com *Y. lipolytica* QU69 apresentou resultados expressivos quanto ao aumento do teor proteico correspondendo ao teor final de 22,3% para proteínas.

Apesar de não haver dados disponíveis na literatura sabe-se que a maioria dos produtores da região vende a mandioca produzida já descascada e que as cascas atualmente são descartadas no meio ambiente ou são destinadas à alimentação animal optou-se em otimizar o processo de produção de proteínas com o intuito de proporcionar opção proteica de baixo custo e de qualidade para a alimentação animal na região.

Buscando otimizar o processo de bioconversão para a produção de proteínas foram realizados testes com cascas de mandioca como fonte de carbono. Adicionalmente foi realizada a variação da fonte de nitrogênio (nitrato de sódio ($NaNO_3$), sulfato de amônio ($(NH_4)_2SO_4$) e uréia (CH_4N_2O)); temperatura (20, 30 e 40 °C) e utilizando banho com e sem agitação. Por fim foi analisado qual o tempo necessário para que ocorresse o máximo de produção de proteínas. Os resultados obtidos durante o processo de otimização da bioconversão são apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Otimização do processo de produção de proteínas por *Y. lipolytica* QU69 em função da variação da fonte de nitrogênio, temperatura e agitação



*Resultados apresentados com a subtração dos valores de 6,6 para nitrato de sódio, 19,0 para sulfato de amônio e 37,0 para uréia, correspondente a contribuição do nitrogênio adicionado ao meio de suplementação.
A – Nitrato de sódio 20ºC com agitação, B – Uréia 20°C com agitação, C – Sulfato de amônio 20°C com agitação, D – Nitrato de sódio 30°C com agitação, E – Uréia 30°C com agitação, F – Sulfato de amônio 30° com agitação, G - Nitrato de sódio 40°C com agitação, H – Uréia 40°C com agitação, I – Sulfato de amônio 40°C com agitação, J – Nitrato de sódio 20°C sem agitação, K – Uréia 20°C sem agitação, L – Sulfato de amônio 20°C sem agitação, M – Nitrato de sódio 30°C sem agitação, N – Uréia 30°C sem agitação, O – Sulfato de amônio 30°C sem agitação, P - Nitrato de sódio 40°C sem agitação, Q – Uréia 40°C sem agitação, R – Sulfato de amônio 40°C sem agitação.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Após a análise dos resultados em que as fermentações foram conduzidas em banho com agitação tipo dubnoff de 100 rpm observou-se que todas as codições obtiveram maior incremento no teor de proteínas independente do meio de suplementação e da temperatura utilizados. As médias dos teores de proteína obtidas com agitação foram de 18,2%, enquanto sem agitação a média alcançada foi de 12,3%. Resultados que eram

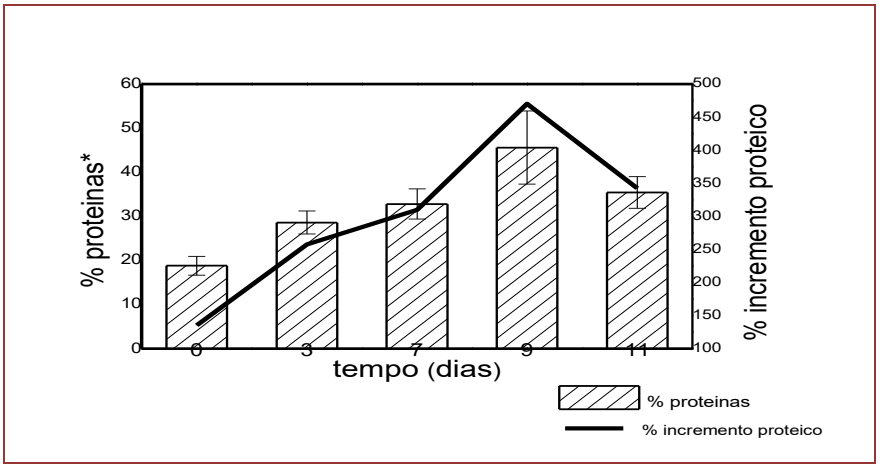
esperados, considerando que a levedura *Y. lipolytica* é um micro-organismo estritamente aeróbio, logo, necessita da presença de oxigênio para se adaptar e desenvolver, neste caso a agitação realizada proporcionou maior incorporação de oxigênio ao meio e com isso melhor desenvolvimento e consequente reprodução das células.

Quanto a contribuição da temperatura durante o processo de bioconversão, verificou-se que a temperatura isoladamente não exerceu influência nos teores finais de proteínas, considerando que houve grande variação dos resultados obtidos mesmo quando comparada individualmente cada temperatura. A variação dos resultados parece ocorrer mais em função da variação da agitação e da fonte de nitrogênio do que em relação à temperatura aplicada.

As fermentações onde foi utilizada uréia como fonte de nitrogênio obtiveram maiores resultados independente da temperatura e agitação aplicadas. Todos os teores finais ficaram acima de 19% de proteínas. Nos processos em que foi utilizado nitrato de sódio como fonte de nitrogênio foram encontrados os menores resultados seguidos do sulfato de amônio. Gao e Shi (2013) e Mattanna et al. (2014), indicam que leveduras possuem maior facilidade em assimilar fontes orgânicas de nitrogênio. Quando realizada análise de todo o processo, pode-se observar maiores ganhos relativos ao teor de proteínas quando utilizada agitação de 100rpm, uréia como fonte de nitrogênio e temperatura de 40ºC alcançando valores de 34,5% ±3 e incremento de 331% em relação ao teor inicial de proteínas do resíduo sendo essa a condição ideal dentre as testadas para maior produção de proteínas.

Após obtidas as melhores condições referentes a temperatura, agitação e fonte de nitrogênio foi realizado estudo para verificar qual seria o tempo necessário para se atingir o pico de produção de proteínas. Foi iniciada nova fermentação utilizando uréia como fonte de nitrogênio, em temperatura de 40ºC e com agitação de 100rpm. Amostras foram coletadas a cada 24 horas durante 11 dias, congeladas e liofilizadas para quantificação do nitrogênio e posterior conversão em proteínas. Na Figura 2 é apresentado o perfil da produção de proteínas ao longo dos dias.

Figura 2 - Perfil da produção de proteínas por *Y. lipolytica* QU69 ao longo de 11 dias acompanhado do incremento proteico



*Resultados apresentados com a subtração do valor 37,0 para uréia, correspondente a contribuição do nitrogênio adicionado ao meio de suplementação.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

No início do processo houve uma pequena estabilidade na produção durante os tempos zero e um onde o acréscimo proteico foi em torno de 110%, resultado esperado considerando que micro-organismos necessitam de um tempo de adaptação ao meio em que são inoculados.

A partir do terceiro dia, houve acréscimo considerável no teor proteico que chegou a 255%. Considerando a aplicação do processo de bioconversão em escala industrial, o processo poderia ser interrompido logo no terceiro dia visto que neste dia a produção foi de 28,2% ± 3,7 e considerando os custos energéticos e de equipamentos, conduzir o processo durante maior tempo poderia se tornar economicamente inviável. Após sete dias a produção foi de 32,8% ± 3,4, correspondendo ao aumento proteico de 310%.

A amostra coletada no nono dia possuiu o maior teor de proteínas, que foi de 45,6% ± 8,3 que corresponde ao incremento de 470% em relação à proteína inicial da fonte de carbono que era de 8% ± 0,84, com isso este tempo do experimento foi considerado o momento em que houve o pico de produção de proteínas. Após o tempo nove a produção se manteve estável em torno de 38% ± 2,8 até o tempo onze.

4.8. PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS

Adicionalmente aos testes para produção e otimização de proteínas utilizando resíduos de cascas de mandioca também foram realizados ensaios para verificar a produção de lipídios durante o período de fermentação.

Inicialmente o resíduo de cascas de mandioca apresentou teor de lipídios de 1,2% ± 0,4, após nove dias de fermentação o teor de lipídios encontrado na biomassa foi de 9,4% ± 1,8, o que representa um incremento de 660% em relação ao valor inicial.

A fim de verificar quais ácidos graxos estavam presentes nas amostras foi realizado estudo do perfil dos ácidos graxos obtidos durante a fermentação. Foi realizada análise cromatográfica no resíduo de cascas de mandioca e na biomassa obtida após a fermentação. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram quantificados quanto a área de pico e identificados por similaridade utilizando como referência as bibliotecas NIST08, NIST08s e NIST11. Foram considerados e listados apenas compostos com percentual de similaridade acima de 80%.

Ao analisar os resultados observou-se que houve produção de ácido esteárico C18:0 t e ácido vacênico que inicialmente não foram detectados no resíduo das cascas e após o período da fermentação apresentaram concentrações de 1,9% e 23,7%, respectivamente. Quanto ao ácido linoléico C18:2 n-9-12c observou-se que inicialmente os resíduos possuíam uma concentração de 7,3% e após a fermentação foi detectada concentração de 19,2%. Os ácidos graxos palmítico (C16:0t) e elaídico C18:1 n-9t estavam presentes inicialmente no resíduo das cascas em concentrações de 44,1% e 47,7% e ao ser analisada a biomassa os resultados foram 26,8% e 12,4%, respectivamente.

Diversos estudos demonstram que o tempo ideal para se obter maior produção de lipídios é entre 3 a 4 dias de fermentação, sugerindo que micro-organismos oleaginosos utilizam lipídios acumulados na proliferação celular após uma diminuição da glicose disponível durante a fase estacionária.

Considerando que o processo realizado neste estudo foi de nove dias, as células podem ter produzido maior quantidade e variedade de ácidos graxos porém estes foram consumidos em função do longo tempo de fermentação.

5. CONCLUSÕES

Através do estudo realizado conclui-se que a levedura *Y. lipolytica* QU69 pode ser utilizada em processos de bioconversão. Os processos utilizados para a bioconversão no decorrer do estudo não apresentaram alto custo de investimento e são processos verdes, isto é, não foram utilizados reagentes que possam agredir o meio ambiente ou expor o manipulador a riscos de contaminação.

A utilização de resíduos agroindustriais como fonte de carbono se mostrou viável e se apresentou como alternativa para agregar valor comercial a resíduos que quando descartados de maneira inadequada no meio ambiente podem acarretar problemas ao mesmo e, além da destinação correta o aproveitamento dos resíduos pode oferecer fonte de renda alternativa aos produtores rurais da região.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Com os resultados acima apresentados, a biomassa nutritiva obtida de fermentação por *Yarrowia lipolytica* de resíduos de mandioca serão testados quanto a sua viabilidade na incorporação para criação de em tanques-rede de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Com este mesmo material preparado já se tem boas perspectivas de uso para cultivo de larvas juvenis de camarão (*Cyprinus carpio*).

Pretende-se portanto fornecer conhecimento e matéria-prima regional para trazer a região produtos que até então eram indisponíveis comercialmente tornando a aquicultura (muito promissora na região) uma área bastante exequível e acessível a custos relativamente baixos.

REFERÊNCIAS

[1] ANUPAMA; RAVINDRA, P. Value-added food: single cell protein. **Biotechnology advances**, v. 18, n. 6, p. 459–79, out. 2000.

[2] ARAÚJO, M. C. G. de et al. ANÁLISE SENSORIAL E TESTE DE ACEITAÇÃO DO QUEIJO DE COALHO PRODUZIDO COM LEITE CRU E PASTEURIZADO NA CIDADE DE CURRAIS NOVOS. **HOLOS**, v. 4, p. 20, 31 jan. 2010. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/341>.

[3] BANKAR, A. V; KUMAR, A. R.; ZINJARDE, S. S. Environmental and industrial applications of Yarrowia lipolytica. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 84, n. 5, p. 847–865, 8 out. 2009. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00253-009-2156-8>.

[4] BARTH, G.; GAILLARDIN, C. Physiology and genetics of the dimorphic fungus Yarrowia lipolytica. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 19, n. 4, p. 219–237, abr. 1997. Disponível em: <https://academic.oup.com/femsre/article-lookup/doi/10.1111/j.1574-6976.1997.tb00299.x>.

[5] BEOPOULOS, A.; CHARDOT, T.; NICAUD, J.-M. Yarrowia lipolytica: A model and a tool to understand the mechanisms implicated in lipid accumulation. **Biochimie**, v. 91, n. 6, p. 692–696, jun. 2009. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300908409000480>.

[6] BUNGENSTAB, D. J. Mudanças no uso da terra como oportunidade. 2015.

[7] CARDOSO, C. E. L., SOUZA, J. S., & GAMEIRO, A. H. (2006). Aspectos econômicos e mercado. In Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca (Cap. 2, p. 41-70). Cruz das Almas, BA: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. IBGE 2020

[8] CSUTAK, O. et al. Biotechnological Applications of Yarrowia lipolytica CMGB32. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 6, p. 545–553, 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210784315002168>.

[9] DERAL. Mandioca: Análise da Conjuntura. Departamento de Economia Rural - DERAL, SEAB,

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, Paraná, 2020. Disponível em < http://www.agricultura.pr.gov.br> Acesso em 12 mar. 2021.

[10] DOMINGUEZ, J. et al. Workshop studies with monoclonal antibodies identifying a novel porcine differentiation antigen, SWC9. **Veterinary immunology and immunopathology**, v. 60, n. 3–4, p. 343–349, 1998.

[11] EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL. Disponível em < http://www.cnpmf.embrapa.br/> Acesso em 12 mar. 2021.

[12] FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita.**Universidade de São Paulo, , 2004. .

[13] FIALHO, J. de F.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no cerrado: orientações técnicas.** [s.l.] Brasília, DF: Embrapa, 2013., 2013.

[14] IBGE. **Safra deste ano deve superar recorde de 2019 e atingir 243,1 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/26538-safra-deste-ano-deve-superar-recorde-de-2019-e-atingir-243-1-milhoes-de-toneladas>.

[15] KEPPLE, A. W. O estado da segurança alimentar e nutricional no Brasil: um retrato multidimensional. **Brasília: FAO, Relatório**, 2014.

[16] LEDESMA-AMARO, R. et al. Metabolic engineering of Yarrowia lipolytica to produce chemicals and fuels from xylose. **Metabolic Engineering**, v. 38, p. 115–124, nov. 2016. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1096717616300544>.

[17] LIU, H.-H.; JI, X.-J.; HUANG, H. Biotechnological applications of Yarrowia lipolytica: Past, present and future. **Biotechnology Advances**, v. 33, n. 8, p. 1522–1546, dez. 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0734975015300239>.

[18] MACHADO JUNIOR, F. R. S. et al. Biomass production by Yarrowia lipolytica as a source of lipids: Bench scale cultivation on raw glycerol-based medium. **International Food Research Journal**, v. 22, n. 3, p. 1253–1260, 2015.

[19] MADZAK, C.; GAILLARDIN, C.; BECKERICH, J.-M. Heterologous protein expression and secretion in the non-conventional yeast Yarrowia lipolytica: a review. **Journal of Biotechnology**, v. 109, n. 1–2, p. 63–81, abr. 2004. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168165604000264>.

[20] MATTANNA, P. et al. Enhancement of microbial oil production by alpha-linolenic acid producing Yarrowia lipolytica strains QU22 and QU137. **Food Science and Biotechnology**, v. 23, n. 6, p. 1929–1934, 2014.

[21] MORALES, A. B. et al. Agri-food sludge management using different co-composting strategies: study of the added value of the composts obtained. **Journal of Cleaner Production**, v. 121, p. 186–197, 10 maio 2016. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652616001578>. Acesso em: 22 dez. 2020.

[22] NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger-7**. [s.l.] Artmed Editora, 2018.

[23] RAJOKA, M. I. et al. Production and characterization of a highly active cellobiase from Aspergillus niger grown in solid state fermentation. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 22, n. 9, p. 991–998, 15 set. 2006. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11274-006-9146-0>.

[24] REGULY, J. **Biotecnologia dos processos fermentativos: produção de enzimas e engenharia das fermentações**. [s.l.] Editora universitária, 2000.

[25] ROEPCKE, C. B. S.; VANDENBERGHE, L. P. S.; SOCCOL, C. R. Optimized production of Pichia guilliermondii biomass with zinc accumulation by fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 163, n. 1, p. 33–42, jan. 2011. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840110003044>.

[26] SANTOS, E. O. dos et al. Evaluation of the composition of culture medium for yeast biomass production using raw glycerol from biodiesel synthesis. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 43, n. 2, p. 432–440, jun. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822012000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=en>.

[27] SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Mandioca, farinha e fécula – Série Estudos Mercadológicos 2012. Disponível em < http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/> Acesso em 12 mar. 2021.

[28] SOUZA, F. A. Processos fermentativos em resíduos agroindustriais utilizando a levedura yarrowia lipolytica qu69. 2018.

[29] SOUZA, F. A. et al. Utilização de resíduos agroindustrias para produção de lipídios microbianos por yarrowia lipolytica qu69. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 8801–8810, 2019. Disponível em: <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/2301/2306>.

[30] SOUZA, L. da S. . et al. Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. In: [s.l.] Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 817.

[31] SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W. C. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria.** [s.l.] Botucatu: FEPAF, 2006., 2006.

[32] SUTHERLAND, J. B.; CORNELISON, C.; CROW JR, S. A. CANDIDA| Yarrowia lipolytica (Candida lipolytica). 2014.

[33] Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. Disponível em< http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em 12 mar. 2021.

[34] ZHU, Q.; JACKSON, E. N. Metabolic engineering of Yarrowia lipolytica for industrial applications. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 36, p. 65–72, dez. 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958166915001093>.

[35] ZINJARDE, S. et al. Yarrowia lipolytica and pollutants: Interactions and applications. **Biotechnology Advances**, v. 32, n. 5, p. 920–933, set. 2014. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S073497501400055X>.

Capítulo 7

Caracterização físico-química das propriedades nutricionais do kiwi (actinidia deliciosa) e o efeito do seu consumo nos processos metabólicos

Sara Camila Vidal Freires
Helen Cristina de Oliveira Palheta
Margarete Costa dos Santos Pinto
Kayllane Cristina Cordeiro Gonçalves
Emilly Manuela Foicinha da Silva
Rayane Caroline de Macedo Ferreira
Maria de Lourdes dos Santos Oliveira
Orquidea Vasconcelos dos Santos

Resumo: O estudo aborda as propriedades físico-químicas e nutricionais do kiwi (*Actinidia deliciosa*), destacando seu potencial terapêutico e aplicação na saúde humana. Com origem asiática e amplamente consumido globalmente, o kiwi é valorizado por seu perfil nutricional, incluindo alto teor de vitamina C, compostos fenólicos e propriedades antioxidantes. Suas aplicações vão além do consumo in natura, sendo usado na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. A pesquisa realizou análises em amostras de kiwi adquiridas em Belém (PA), Brasil, submetendo-as a avaliações de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, vitamina C e açúcares totais. Os resultados mostraram um pH médio de 3,38±0,02, valores significativos de ácido ascórbico (19,92 mg/100g) e elevados teores de açúcares totais (29,18±2,02 g/100g), acima dos intervalos normalmente reportados na literatura (9-14 g/100g). Tais resultados foram associados a fatores como estágio de maturação, variedade da planta e condições ambientais. Além dos dados nutricionais, o estudo explorou o uso do kiwi em aplicações terapêuticas. Destacaram-se a eficácia de sua polpa na cicatrização de feridas devido à enzima actinidina e agentes antibacterianos, bem como a ação de compostos fenólicos no controle da hipercolesterolemia, com desempenho favorável em comparação à sinvastatina.

1. INTRODUÇÃO

Nativo do continente asiático, em países como Taiwan e a China, o kiwi (*Actinidia deliciosa*) pertence à família Actinidiaceae e ao gênero Actinidia, entre as mais de 70 espécies que o gênero abriga, com diferentes texturas, sabores, cores e cascas, sendo a *A. deliciosa* um dos únicos frutos cultivados com propósitos comerciais (Ozden et al., 2024).

Possui em média 7 centímetros de comprimento e uma casca marrom (Satpal *et al.,* 2021), em formato de ovo e pêlos superficiais curtos (Hussain *et al.*,2021). A polpa do fruto é de cor verde brilhante e circunda o miolo branco com um conjunto de linhas finas que dele irradiam (Hussain *et al.,* 2021), contendo minúsculas sementes que estão distribuídas por toda a polpa do fruto e que, por sua vez, possuem importância própria para o consumo (Chakraborty *et al.,* 2020). O kiwi é consumido principalmente fresco, enquanto alguns são processados em sucos, purês, doces, bebidas fortificadas, produtos desidratados, congelados, liofilizados, destilados e xaropes (Satpal *et al.,* 2021). A fruta inteira, incluindo a casca, é adequada para consumo humano, porém, muitas vezes, a pele é descartada devido à sua textura (Hussain *et al.,* 2021).

Foi revelado diversos usos e funções da *A. deliciosa,* através de extensas pesquisas, que este contém uma ampla quantidade de nutrientes que proporcionam benefícios à saúde digestiva, imunológica e metabólica de quem o consome (Satpal *et al.,* 2021), bem como, ao longo do tempo, vem acontecendo o aumento da relevância de sua utilização relacionada à indústria alimentícia, indústria farmacêutica e indústria de cosméticos, que se encontram no ponto em comum do uso do fruto kiwi como matéria prima visando a exploração de suas propriedades funcionais e compostos bioativos em benefício da produção de itens e mercadoria.

Por outro lado, este fruto é conhecido por suas propriedades benéficas à saúde relacionados à sua composição, como baixo valor calórico, baixo índice glicêmico (IG), índice elevado de vitaminas (com ênfase no ácido ascórbico), alto teor de potássio, cálcio e magnésio, principalmente em sua casca (Gomes *et al.,* 2023), alto teor de fibra alimentar, minerais, carotenóides, ácidos orgânicos, presença de algumas enzimas importantes (como proteases), baixa resposta alérgica (AR) e finalmente sua riqueza em antioxidantes (Chakraborty *et al.,* 2020), que lhe conferem o menor risco de desenvolvimento de diversas doenças relacionadas ao seu consumo, levando em consideração que o consumo de compostos fenólicos fornece proteção contra diversas condições degenerativas, como catarata, cardiopatias, dislipidemias e neoplasias (Ozden *et al.,* 2024).

Devido às suas diversas propriedades antioxidantes, o kiwi tornou-se muito popular durante as últimas décadas (Satpal *et al.,* 2021), sua composição rica em diversos fitoquímicos, como carotenoides, flavonoides, antocianinas e luteína, e, por isso, possui diversas propriedades farmacológicas, como propriedades anticancerígenas, antidiabéticas, antifertilidade, hepatoprotetoras, cardioprotetoras, anti-Alzheimer, antiúlcera, além de contribuir na prevenção da degeneração muscular e outras condições parecidas (Satpal *et al.,* 2021), o que torna as pesquisas acerca da *Actinidia deliciosa* de suma importância no percurso em busca da maior compreensão sobre sua atividade nos indivíduos e como potencializá-la.

Dessa forma, o presente estudo teve como enfoque a caracterização físico-química das propriedades nutricionais do kiwi (*Actinidia deliciosa*), por meio de análises em ambiente laboratorial, e a análise via bases de dados do efeito de seu consumo sobre os processos metabólicos do organismo humano.

2. METODOLOGIA

2.1. HIGIENIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA AMOSTRA

Foram utilizadas amostras de kiwi *in natura* adquiridas em uma feira comercial na Região Metropolitana de Belém, Estado do Pará, Brasil, no seu estágio de maturação comercial. As amostras foram transportadas e armazenadas no Laboratório de Ciências dos Alimentos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal do Pará (UFPA) durante o mês de Outubro de 2023. No laboratório os frutos foram recepcionados, selecionados, limpos com solução de água e sabão. Em seguida foram imersos em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 150 mg/L por dez minutos. A seguir as frutas foram armazenadas à temperatura de refrigeração de 12 °C, até serem submetidas às análises químicas.

2.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para a determinação do potencial hidrogeniônico (pH) empregou-se o método de n° 981.12 da Association of Official Analytical (2016). A titulação da acidez total titulável (ATT), expressa em % de ácido cítrico.100 mL^{-1} de suco, seguiu as normas estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) e Sólidos solúveis totais (SST) indicados em °BRIX. A determinação de vitamina C seguiu a metodologia da AOAC (1995) e Açúcar Redutor pelo método volumétrico de Lane & Eynon.

Cada análise foi realizada em triplicata, os valores médios e desvios padrão foram calculados no programa Microsoft Excel® para que os resultados pudessem ser analisados e discutidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 constam os valores médios das caracterizações físico-químicas para as amostras de kiwi (*Actinidia deliciosa*) *in natura*.

Tabela 1. Caracterização físico-química das amostras de kiwi *in natura*

Análises	Média±DP	Parâmetro Mínimo*
pH	3,38±0,02	2,80
Acidez (% ácido cítrico)	0,032±0,0028	1,30
Sólidos totais (g/100g)	2,36±0,05	10,00
Vitamina C (mg/100g)	19,92±4,15	9,00
Açúcares Totais - AT	29,18±2,02	-

*MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº37, Edição 194, Seção: 1. p. 23, 2018.

Fonte: Autores.

Com base nos dados coletados, observa-se que a polpa do kiwi *in natura* é caracterizada como ácida, com valores significativos de ácido ascórbico e açúcares totais. Nesse

contexto, os resultados obtidos de pH estão em conformidade com pesquisas documentadas na literatura e dentro dos limites mínimos estabelecidos pela Legislação brasileira atual (MAPA, 2018). Conforme *Gomes et al*., (2012), o pH dessa fruta *in natura* varia de 2,9 a 3,2. Nesse sentido, relatos encontrados na literatura de que o pH do néctar de frutas deve estar abaixo de 4,0 (Paltrinieri & Figuerola, 1997; Morzelle *et al.,* 2011), pois acima deste valor pode favorecer o crescimento do *Clostridium botulinum* (Souza *et al.,* 2012). No conteúdo da acidez total titulável, os valores encontrados foram relativamente baixos quando comparados ao de Nascimento *et al.,* (2021), com isso, esse fruto pode ser recomendado ao consumo de crianças e idosos (Souza *et al.,* 2012).

Em relação aos SST, nota-se diferença significativa na análise em comparação ao trabalho de Nascimento *et al.,* (2021) que realizou análises químicas em kiwis provenientes de diferentes supermercados. É crucial considerar que a disparidade mencionada pode ter sido afetada por diferenças nas variedades das plantas, estágios de maturação, épocas de colheita, práticas de manejo e condições de armazenamento dos frutos. Isso sugere uma variação no grau de maturação de kiwis de acordo com localidade geográfica, uma vez que sólidos solúveis totais (°Brix) são considerados parâmetros importantes na avaliação da maturação e qualidade dos frutos (Nascimento *et al.,* 2021).

Os teores de ácido ascórbico obtidos neste estudo foram de 19,92 mg/100g. Consequentemente, os valores apresentados na Tabela 1 estão abaixo dos estabelecidos pela Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2004), que registra 70,8 mg/100g para a fruta kiwi. Em uma análise comparativa, os estudos de Hussain *et al.,* (2021) e Satpal *et al.,* (2021) revelam valores de vitamina C maiores ou iguais a 90 mg/100g, caracterizando assim o kiwi como uma fruta rica em ácido ascórbico. Dessa forma, esses dados mostram a importância da inclusão dessa fruta nos hábitos alimentares, pois é fonte de vitamina C, que está entre os micronutrientes associados ao bom estado do organismo e funcionamento do sistema imune (Barros *et al.,* 2021). A vitamina C está envolvida em várias funções do sistema imunológico como, quimiotaxia dos neutrófilos, fagocitose e a depuração microbiana (Carr; Maggini, 2017). Também promove o aumento das células T e modula suas funções (Van Gorkom *et al.,* 2018). Essa vitamina eleva os níveis de anticorpos no organismo, logo, o consumo adequado de fontes desse micronutriente é fundamental para a função imunológica normal (Barros *et al.,* 2021).

Quanto aos açúcares totais, atualmente a legislação brasileira não dispõe de padrões para açúcar totais na polpa de kiwi *in natura.* No entanto, o valor de açúcares totais obtido para o kiwi analisado (29,18 ± 2,02 g/100g) excede os intervalos normalmente reportados pela literatura, que situam-se entre 9 g/100g e 14 g/100g, dependendo da variedade, estágio de maturação e condições de cultivo (Dwivedi *et al.*, 2021; Tyagi *et al.,* 2015). Nkonyane *et al.,* (2022) justifica tal situação de acordo com estagio da colheita, pois frutos colhidos em estágios mais tardios apresentam maior concentração de glicose e frutose devido ao metabolismo intensificado na fase climatérica. Características ambientais, como temperatura, disponibilidade hídrica e práticas de manejo, influenciam o acúmulo de carboidratos no kiwi. Estudos destacam que climas quentes e manejo hídrico controlado favorecem a concentração de açúcares nas frutas (Mahaba *et al.,* 2021; Pérez-Burillo *et al.,* 2018).

Variedades como o kiwi dourado (*Actinidia chinensis*) são naturalmente mais doces do que o kiwi verde (*A. deliciosa*), podendo apresentar valores superiores de açúcares totais (Dwivedi *et al.,* 2021).

Sob outra perspectiva, o kiwi como outros vegetais, é bastante consumido com a finalidade de promoção de cura, em especial para tratar disfunções do organismo que estão relacionados aos níveis de colesterol Sousa *et al.,* (2020) e diabetes.

Dito isso, na intenção evitar intervenções cirúrgicas invasivas, como desbridamentos e amputações, o estudo de Kardoust *et al*., (2021) investigou o potencial curativo a partir da aplicação tópica da polpa de Kiwi - pois esta polpa apresentou uma elevada taxa da enzima proteolítica chamada actinidina e agentes antibacterianos que ajudam a reduzir o tempo de tratamento e, em alguns casos, substituir o desbridamento cirúrgico. Dito isso, o trabalho supracitado relata a aplicação diária de curativos a partir da polpa do kiwi que reduziu, significativamente, a área da ferida em comparação ao grupo controle e apresentou efeito estatisticamente equivalente quando comparado ao grupo padrão tratado com antibióticos e desbridamento sem bisturi, contribuindo, assim, na remoção do tecido necrosado dos membros inferiores. Dessa forma, esse tratamento alternativo foi atestado como sendo benéfico para a saúde dos pacientes e de potencial baixo custo e acessibilidade, uma vez que esse tratamento dispensa procedimentos de extração, purificação ou formulações com efeito cicatrizante (Kardoust *et al.,* 2021).

Ainda sobre a ação fisiológica do kiwi no metabolismo humano, o estudo de Sousa *et al.,*(2020) comparou dois compostos isolados da *A. deliciosa* na atuação contra hipercolesterolemia com o fármaco sinvastatina. O presente trabalho nos possibilitou por meio das predições realizadas, sugerir que os compostos fenólicos presentes no kiwi (ácido ursólico e ácido siríngico) por meios das simulações apresentaram parâmetros farmacocinéticos favoráveis ao uso, bem como poucos efeitos colaterais e baixos riscos toxicológicos quando comparados ao medicamento sinvastatina, que está presente no mercado (Sousa *et al.,* 2020).

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados e discussões apresentados, é possível concluir que a polpa do kiwi *in natura* é uma fonte rica em ácido ascórbico e açúcares totais, mantendo um pH ácido dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Esses resultados corroboram com achados anteriores na literatura, indicando consistência na composição química dessa fruta.

É importante ressaltar que, apesar de os teores de ácido ascórbico encontrados neste estudo estarem abaixo dos valores registrados na Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos, o kiwi ainda se destaca como uma fonte significativa de vitamina C, contribuindo para a saúde do organismo e fortalecimento do sistema imunológico. Além disso, a presença de compostos fenólicos no kiwi sugere potenciais benefícios para a saúde, incluindo ação antioxidante e possível aplicação terapêutica na redução do colesterol.

Além disso, o kiwi emerge como uma opção promissora para tratamentos alternativos, como evidenciado pela aplicação tópica da polpa de kiwi em feridas, que mostrou resultados significativos na redução da área da ferida e na promoção da cicatrização, possivelmente devido à presença de atinidina e agentes antibacterianos na polpa.

Em suma, os resultados deste estudo reforçam a importância do kiwi na dieta humana, tanto como fonte de nutrientes essenciais quanto pelo seu potencial terapêutico. Futuras pesquisas podem se concentrar em explorar ainda mais os efeitos benéficos do kiwi, tanto

na saúde como na medicina alternativa, a fim de promover seu consumo e aplicação em benefício da saúde pública.

REFERÊNCIAS:

[1] AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, USA, 18th ed. Washington: AOAC, 2010. 1094 p.

[2] Barros, D. d. M., Melo, M. d. A., de Moura, D. F., Pereira, A. B. d. S., Barros, M. V. C., dos Santos, J. S. S., . . . da Fonte, R. d. A. B. (2021). A importância dos nutrientes na otimização do sistema imunológico / The importance of nutrients in optimizing the immune system.

[3] DWIVEDI, A. et al. Nutritional Profile of Kiwifruit. *International Journal of Current Research and Technology*, v. 10, n. 1, p. 579-581, 2021.

[4] Gomes, A. P. E., Silva, K. E., Radeke, S. M. & Oshiro, A. M. (2012). Caracterização física e química de kiwi in natura e polpa provenientes da comercialização de Dourados – MS. Revista de Ciências Exatas e da Terra, 1(1), 1-8.

[5] Gomes, S. M., Miranda, R., & Santos, L. (2023). Sustainable Cosmetics: Valorisation of Kiwi (Actinidia deliciosa) By-Products by Their Incorporation into a Moisturising Cream. *Sustainability*, *15*(19), 14059.

[6] HUSSAIN, Syed Zameer; NASEER, Bazila; QADRI, Tahiya; FATIMA, Tabasum; BHAT, Tashooq Ahmad. Kiwifruit (Actinidia deliciosa) Morphology, Taxonomy, Composition and Health Benefits. **Fruits Grown In Highland Regions Of The Himalayas**, [S.L.], p. 145-156, 2021. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-75502-7_11

[7] Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. (4a ed.), 1020.

[8] Kardoust, M., Salehi, H., Taghipour, Z., & Sayadi, A. (2021). The Effect of Kiwifruit Therapeutics in the Treatment of Diabetic Foot Ulcer. The International Journal of Lower Extremity Wounds, 20(2), 104-110.

[9] Lima, L. C. ., Bitencourt , J. A. ., Radmann, G. C. ., Farias, A. E. N. de O. . and Carvalho , F. M. de A. de . (2023). Innovative methods for diabetic foot treatment: An integrative review. Research, Society and Development, 12(9), p. e10812943292. doi: 10.33448/rsd-v12i9.43292.

[10] MAHABA, D. et al. Postharvest Storage and Bioactive Compounds of Gold Kiwifruit. *Journal of Agricultural Systems*, v. 47, p. 182-189, 2021.

[11] MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº37, Edição 194, Seção: 1. p. 23, 2018.

[12] Nascimento, A. S. M, Dias, G. S, Castro, J. B. S. S, Reis, L. C. F, Santos, F., Ribeiro, L. N. A, Nascimento, B. A, Carneiro, G. C. S. (2021). Análise química de frutos de Kiwi comercializados em supermercados da cidade de São Luís - MA. XXXII Congresso Brasileiro de Agronomia, Florianópolis - SC.

[13] NKONYANE, L. et al. Maturity Stages and Nutritional Composition of Kiwifruit. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, 2022.

[14] Ozden, E. M., Bingol, Z., Mutlu, M., Karagecili, H., Köksal, E., Goren, A. C., ... & Gulcin, İ. (2023). Antioxidant, Antiglaucoma, Anticholinergic, and Antidiabetic Effects of Kiwifruit (Actinidia deliciosa) Oil: Metabolite Profile Analysis Using LC-HR/MS, GC/MS and GC-FID. *Life*, *13*(9), 1939.

[15] PÉREZ-BURILLO, C. et al. Bioactive Properties of Kiwifruit in Different Maturation Stages. *Food Chemistry*, v. 254, p. 45-52, 2018.

[16] Richardson, D.P., Ansell, J. e Drummond, L.N. Os atributos nutricionais e de saúde do kiwi: uma revisão. *Eur J Nutr* **57**, 2659–2676 (2018). https://doi.org/10.1007/s00394-018-1627-z

[17] SATPAL, Dolly; KAUR, Jaspreet; BHADARIYA, Vishesh; SHARMA, Kartik. Actinidia deliciosa (Kiwi fruit): a comprehensive review on the nutritional composition, health benefits, traditional utilization, and commercialization. **Journal Of Food Processing And Preservation**, [S.L.], v. 45, n. 6, p. 1-10, 17 maio 2021. Hindawi Limited. http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.15588.

[18] Sousa GA, Martins IVO, Pimentel VD, & Sousa JA. (2020). Análise in silico da farmacodinâmica, farmacocinética e toxicidade de dois compostos isolados da Actinidia deliciosa para investigação do seu potencial anti-hiperlipêmico. Research, Society and Development, 9(7):1-20, e790974679.

[19] SOUZA, Eduardo Caldas; DIAS, Sirlei da Conceição; CARDOSO, Ricardo Luís; SOUZA, Douglas Teixeira de. Elaboração, avaliação físico-química e sensorial da bebida néctar de kiwi. **Enciclopédia Biosfera**: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 1900, 2012.

[20] TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA - UNICAMP – Campinas: NEPA - UNICAMP, 2004. 42p.

[21] TYAGI, S. et al. Compositional Analysis of Kiwifruit. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 26, n. 9, p. 1234-1241, 2015.

Capítulo 8

Qualidade físico-química e viabilidade probiótica de néctar de taperebá adicionado de Lactobacillus rhamnosus

Kaylane Carvalho de Leal
Raíra Fernandes de Fernandes
Amanda Damasceno Freitas
Ana Carla Alves Pelais
Alessandra Eluan da Silva Gutierrez Façanha

Resumo: O objetivo deste projeto foi elaborar um néctar de taperebá adicionado ou não de probióticos e avaliar a vida útil e as alterações físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento refrigerado das bebidas. Para isso, os néctares foram preparados com polpa de taperebá, açúcar e culturas liofilizadas de *L. rhamnosus*. O estudo envolveu análises de pH, acidez e sólidos solúveis e viabilidade probiótica durante 28 dias de armazenamento refrigerado, além da avaliação sensorial. Os resultados mostraram que o probiótico se manteve viável e não alterou significativamente a qualidade físico-química da bebida. A avaliação sensorial indicou que não houve diferença ($p > 0,05$) entre o néctar controle e o néctar probiótico, com notas entre os scores médios de aceitação em torno de 7,0. para os tributos como cor, aroma, sabor, textura e impressão global. O néctar de taperebá com *Lactobacillus rhamnosus*, demonstra potencial para ser um produto pronto para consumo que atende a pessoas com intolerância à lactose, alergias às proteínas do leite ou dietas vegetarianas estritas. Esse néctar pode servir como um veículo eficiente para a ingestão de probióticos, ampliando os benefícios de saúde para consumidores que evitam produtos lácteos.

Palavras-chave: probiótico, fruta tropical, aceitação.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas, oferecendo uma variedade que inclui frutas *in natura* ou processadas em formas como polpa, néctar, suco concentrado, doces ou geleias. Essa expressiva produção tem impulsionado o desenvolvimento de novos produtos que atendam às expectativas dos consumidores quanto às propriedades nutricionais disponíveis na matéria-prima (Pelais et al., 2020).

Na região Amazônica, há fruteiras domesticadas ou cultivadas com grande potencial agroindustrial, como os frutos de taperebá, que possuem características ideais para o aproveitamento industrial, além de qualidades sensoriais desejáveis. Apesar da diversidade de frutas tropicais com sabores exóticos, os consumidores estão mais conscientes e preocupados com sua qualidade de vida, aumentando a demanda por alimentos funcionais, como aqueles contendo microrganismos probióticos (Freitas et al., 2017).

O taperebá (*Spondias mombin L.*), também conhecido como cajazeira ou cajá, pertence à família *Anacardiaceae* e ao gênero *Spondia*. Originária da América Tropical, essa fruta encontra-se amplamente disseminada no Brasil, ocorrendo espontaneamente em condições silvestres nas regiões Norte e Nordeste do país (Grigio et al., 2012). O taperebá é uma fruta rica em vitaminas, minerais e fitoquímicos, com potenciais benefícios à saúde (Almeida et al., 2024).

A maioria dos produtos probióticos disponíveis no mercado são à base de lácteos, como leites fermentados e iogurtes. Contudo, há um crescente interesse na produção de bebidas não lácteas contendo bactérias probióticas, especialmente devido ao aumento de pessoas intolerantes à lactose ou com dietas restritas em colesterol. No entanto, na produção desses alimentos, é crucial selecionar estirpes bacterianas que mantenham sua viabilidade durante a elaboração e armazenamento do produto, além de sobreviverem ao trato gastrointestinal humano para desempenharem sua função no organismo (Brandão et al., 2015).

Entre os principais efeitos benéficos e terapêuticos atribuídos ao consumo de probióticos, destacam-se a manutenção do equilíbrio da microbiota intestinal, o antagonismo do crescimento de patógenos, o estímulo do sistema imunológico e a redução da intolerância à lactose. Esses benefícios promovem a saúde ao aumentar a proteção contra infecções intestinais e prevenir diversas doenças, como o câncer de cólon, entre outros. Considerando esses aspectos, a viabilidade da utilização de microrganismos probióticos em matrizes não lácteas, como frutas e bebidas de frutas, tem sido avaliada com sucesso por vários pesquisadores (Santos et al., 2012).

Portanto, o objetivo deste projeto é desenvolver bebidas de frutas regionais adicionadas de bactérias probióticas. Elaborar um néctar de taperebá adicionado de probióticos e avaliar a vida útil e as alterações físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento refrigerado da bebida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração dos néctares, foram utilizados a polpa taperebá, cedida por cooperativas ligadas a agricultura familiar do Município de Tomé-açu - Pará, e sacarose comercial (açúcar cristal) e culturas liofilizadas prontas para uso direto (DVS – Direct Vat Set) de *L. rhamnosus* (Sacco® Brasil, Campinas - SP).

2.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A partir da formulação otimizada em testes preliminares foram adicionadas culturas liofilizadas de *L. rhamnosus* (Sacco® Brasil, Campinas - SP) e o tratamento controle sem adição da cultura probiótica. Foram realizadas 3 repetições para todos os tratamentos.

2.2. DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO NÉCTAR

2.2.1. PREPARO E INOCULAÇÃO DE CULTURAS PROBIÓTICAS NO NÉCTAR DE TAPEREBÁ

Para a ativação dos *Lactobacillus*, os envelopes com as culturas probióticas liofilizadas foram abertos em condições assépticas, pesados e transferidos para frascos contendo extrato hidrossolúvel de soja desengordurado 6 % (m/v) estéril (121 °C por 5 minutos em autoclave) e incubados por 24 horas em repouso a 37 °C (Mondragón Bernal, 2004). Após o período de incubação, o inóculo contendo 10^9 UFC.mL^{-1} foi adicionado ao néctar na proporção de 1:9 (v/v). Todas as etapas de manipulação dos microrganismos, tanto na forma liofilizada para sua ativação, como sua inoculação no néctar, foram realizadas em câmara de fluxo laminar.

2.2.2. ELABORAÇÃO E ARMAZENAMENTO DO NÉCTAR

Para o processamento do néctar, a polpa de taperebá, e a sacarose comercial foram pesadas e homogeneizadas juntamente com água potável e submetidos à pasteurização empregando o binômio temperatura/ tempo de 90 °C/ 60 segundos em tacho aberto de aço inoxidável revestido com camisa de vapor. Após o resfriamento a temperatura de 25 ºC, o néctar foi inoculado com a cultura probiótica e envasado em garrafas de vidro de 300 mL estéreis e fechadas com tampas plásticas rosqueáveis e, em seguida, armazenados em câmara de resfriamento à 4 ± 1 °C, até a realização das análises.

2.2.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA

As amostras dos néctares foram submetidas as análises físico-químicas de pH e acidez total titulável (ATT) (g ácido lático/100 mL) nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado, segundo metodologias descritas pela Official Methods of Analysis (2011).

2.2.4. VIABILIDADE *IN VITRO* DAS CULTURAS PROBIÓTICAS NO NÉCTAR

Para a enumeração de *L. rhamnosus*, as amostras do néctar foram diluídas em solução salina peptonada (0,85 % de NaCl e 0,1 % de peptona) e semeadas em *pour plate* em Agar MRS (Kasvi, Brasil). As placas de petri foram incubadas em jarra anaerobiose (Anaerobac da Probac®) a 37 °C por 72 horas (Zacarchenco & Massaguerroig, 2004), sendo posteriormente realizada a contagem e determinado o Log UFC.mL^{-1} de néctar. A viabilidade celular dos lactobacilos foi avaliada nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento do néctar à 4 ± 1 °C.

2.2.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS NÉCTARES

Para realizar a avaliação sensorial o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade do Estado do Pará e após a aprovação pelo Comitê, as duas formulações de néctar, foram codificadas com números aleatórios de três dígitos e apresentadas aos julgadores, de forma sequencial em copos plásticos de 50 ml a 8 ºC. O teste de aceitação foi realizado por 80 julgadores não treinados, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos com termos variando do "desgostei extremamente" (escore 1) a "gostei extremamente" (escore 9) para os atributos, cor, aroma, textura, sabor e impressão global, além da intenção de compra, segundo Minin (2013).

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5 % de significância ($p < 0,05$), utilizando-se do programa estatístico BioEstat 5.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA E DOS NÉCTARES

Os resultados da caracterização físico-química da polpa de taperebá para o pH foi de 3,04±0,09, ATT de 1,16±0,01 g/100g e sólidos solúveis de 10,1±0,1 Brasil (2003) estabelece os seguintes valores mínimos para o padrão de identidade e qualidade de polpa de cajá: pH de 2,20, ATT expressa em ácido cítrico de 0,90 g/100 g e SST de 9,00 ºBrix. Portanto, a polpa utilizada neste trabalho encontra-se dentro dos padrões estabelecidos apenas para o pH e ATT, uma vez que os valores encontrados para estas características estão acima dos valores mínimos preconizados.

Felipe (2008), observou em sua pesquisa com polpa de cupuaçu uma similaridade com o resultado de pH encontrado no presente estudo, onde encontraram valor de pH que variou entre 3,2 e 3,6. Em relação a acidez não foi encontrado referências com valores aproximado ao do estudo em questão. Isto pode ser justificado pelo grau de maturação do fruto, uma vez que à medida que o fruto amadurece o teor de ácido cítrico diminui assim diminuindo sua acidez. Já Montenegro et al. (2017), ao estudarem o cupuaçu encontraram valores de pH e acidez de 3,36 e 0,75 respectivamente, o pH que é maior e acidez menor ao encontrado com os valores da presente pesquisa. A diferença para os valores de acidez também pode estar relacionada com o grau de maturação do fruto.

O teor de sólidos solúveis a polpa de cupuaçu foi maior com 5,5 ºBrix em relação a polpa de muruci 2,5 ºBrix. Seguindo o valor mínimo de sólidos solúveis preconizado pela legislação as duas polpas em questão se encontram em inconformidade onde o valor mínimo estabelecido é de 9 ºBrix para a polpa de cupuaçu e 4,40 ºBrix para polpa de muruci (Brasil, 2003). Tal resultado provavelmente está relacionado a quantidade de água adicionada em polpas comerciais, que em muitos casos é acima da quantidade preconizada pela legislação vigente.

Os valores médios de pH e acidez total titulável durante o armazenamento dos néctares à temperatura de 4 ± 1 °C são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da variação da acidez, pH e sólidos solúveis nos néctares de taperebá com e sem a adição de cultura probiótica

Análises	Tempo (Dias)	Tratamentos	
		Néctar controle	Néctar probiótico
Acidez (g ácido lático/100 mL)	1	0,26 ± 0,02[a]	0,32 ± 0,00[b]
	7	0,27 ± 0,02[a]	0,34 ± 0,00[b]
	14	0,28 ± 0,01[a]	0,34 ± 0,00[b]
	21	0,27 ± 0,01[a]	0,34 ± 0,00[b]
	28	0,29 ± 0,02[a]	0,34 ± 0,00[b]
pH	1	3,13 ± 0,15[a]	3,45 ± 0,25[b]
	7	2,79 ± 0,46[a]	3,00 ± 0,05[b]
	14	3,03 ± 0,00[a]	3,12 ± 0,26[a]
	21	3,05 ± 0,10[a]	3,11 ± 0,27[a]
	28	2,95 ± 0,12[a]	3,05 ± 0,07[a]
Sólidos solúveis	1	13,2 ± 0,00[a]	15,8 ± 0,00[b]
	7	13,4 ± 0,01[a]	15,2 ± 0,00[b]
	14	13,0 ± 0,00[a]	15,8 ± 0,00[b]
	21	13,2 ± 0,00[a]	15,3 ± 0,00[b]
	28	13,0 ± 0,00[a]	15,4 ± 0,00[b]

Valores expressos em média ± desvio padrão. [a,b] Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si a nível de 5 % de probabilidade (p > 0,05) para o tipo de tratamento.

A análise de acidez apresentou conformidade de acordo com a legislação brasileira para néctar de cajá o qual estabelece um valor mínimo de 0,2 g/100g. Entretanto, observou-se uma diferença significativa desde o primeiro dia de armazenamento entre as bebidas, com valores variando de 0,26 a 0,29 e de 0,32 a 0,34, entre o néctar controle e o néctar probiótico, respectivamente, que pode ser justificado pelo aumento da produção de ácido láctico por consequência da adição das culturas probióticas no néctar, pois mesmo sob refrigeração, ainda assim os processos metabólicos continuam a ocorrer, acarretando no aumento da acidez.

A acidez titulável é um parâmetro fundamental de qualidade em produtos, uma vez que reações de decomposição, como hidrólise, oxidação e fermentação, produzem compostos ácidos, abrangendo assim a acidez do meio. Esse processo contínuo de fermentação leva ao aumento gradual da acidez, o que é esperado em produtos fermentados com culturas vivas e pode influenciar características sensoriais e a estabilidade do néctar durante o período de armazenamento (Chim et al., 2013).

Concomitantemente, tais fatores contribuíram consideravelmente com o decréscimo no valor do pH, pois é perceptível que do tempo 0 ao 7º dia de armazenamento das bebidas, os valores de pH apresentaram uma redução. Os valores de pH são de suma importância pois podem interferir diretamente na cor do produto e consequentemente na sua aceitação pelo consumidor (Assis et al., 2015). A bebida fermentada probiótica de Machado (2007) demonstrou valores de pH variando de 4,41 a 4,37 durante o período de 28 dias, esses valores não apresentam diferenças significativas ($p \leq 0,05$). Conforme Oliveira & Damin (2002) diminuições no pH em escalas pequenas não são perceptíveis e podem ser considerados constantes.

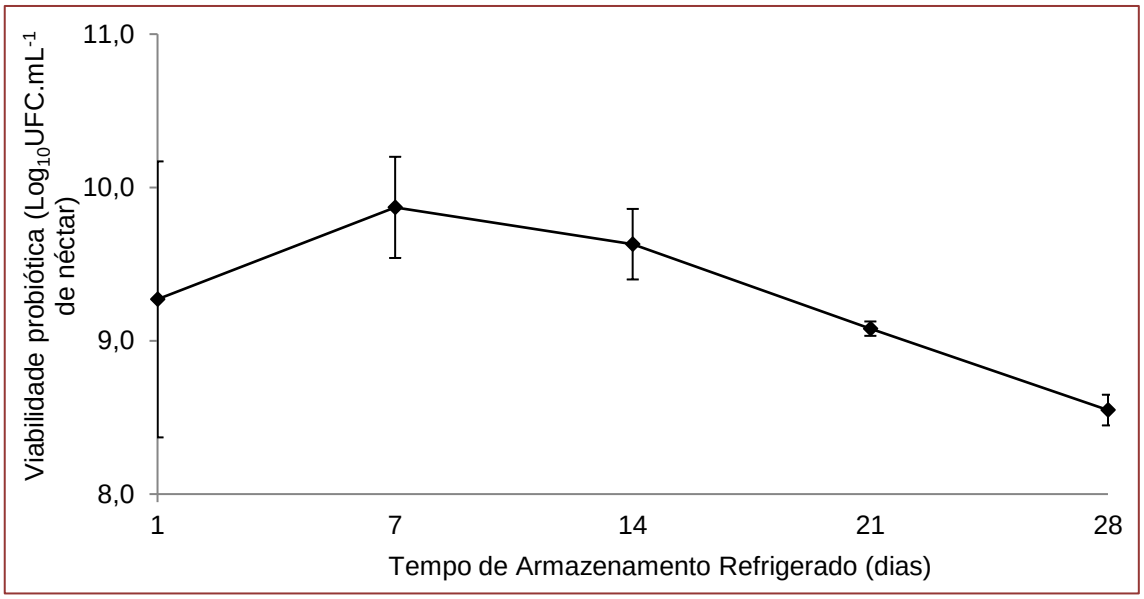
Os valores de sólidos solúveis no néctar controle e no néctar probiótico atendem aos padrões mínimos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003, (Brasil, 2003), que define o valor mínimo de 11,0 °Brix para o néctar de cajá e diferem significativamente entre si conforme demonstrado pelo teste estatístico com nível de

significância de 5%. Santana et al. (2012) analisando néctar de uva encontrou valores aproximados ao presente estudo para sólidos solúveis que foram de 12,97 °Brix.

3.2. QUALIDADE DA VIABILIDADE *IN VITRO* DOS NÉCTARES

A Figura 1 mostra que a cultura probiótica adicionada ao néctar de taperebá mantiveram-se viáveis e dentro dos níveis recomendados até o 28° dia de armazenamento refrigerado (4 ± 1°C). O *L. rhamnossus* variou de 9,27 a 8,55 27 Log UFC.mL^{-1} entre o período de armazenamento. No 7° dia houve um aumento de 1 ciclo logarítmico, que pode ser explicado pelo consumo dos substratos disponíveis no néctar, dentre eles, os nutrientes da polpa de taperebá, e como consequência, houve produção de pequenas quantidades de ácidos orgânicos de acordo com Ding & Shah (2008).

Figura 1 - Viabilidade do L. *rhamnosus* no néctar de taperebá armazenado à 4 ± 1 °C por 28 dias



A viabilidade das culturas probióticas é de fundamental importância para que seja possível a verificação quanto à legislação em vigor. Valores acima de 6 Log UFC.ml^{-1} atendem ao recomendado pela legislação brasileira, a qual preconiza que um produto com alegações probióticas deve conter na recomendação diária do produto pronto para consumo, uma faixa de 8 - 9 Log UFC por porção (Stringheta, 2007).

Bianchi (2013) desenvolveu uma bebida fermentada com características simbióticas, incorporando *Lactobacillus casei* LC 1 e frutooligossacarídeo a extratos aquosos de quinoa e soja. Ao longo de 28 dias de armazenamento, foi observado um aumento na acidez e uma diminuição no pH, no entanto, a cultura probiótica continuou a apresentar contagens viáveis de 10^8 UFC/mL de bebida. Dada a viabilidade da cultura probiótica neste trabalho, é possível afirmar que o néctar de taperebá produzido pode ser caracterizado como um alimento com potencial probiótico.

3.3. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SENSORIAL

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios de avaliação sensorial dos néctares de taperebá com e sem adição de cultura probiótica, considerando os atributos de cor, aroma, textura, sabor, impressão global, além da intenção de compra.

Tabela 2. Resultados médios dos atributos sensoriais e intenção de compra dos néctares de taperebá com e sem a adição de cultura probiótica

Tratamentos	Atributos					
	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão global	Intenção de compra
Néctar Controle	7,46[a]	7,16[a]	7,13[a]	6,99[a]	7,19[a]	3,69[a]
Néctar Probiótico	7,46[a]	6,96[a]	7,29[a]	7,34[a]	7,38[a]	3,99[a]

[a,b] Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ($p > 0,05$) para o tipo de tratamento.

Observa-se que os valores dos atributos cor, aroma e impressão global entre o néctar controle e o néctar probiótico não apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$). Para o atributo cor, ambos os tratamentos apresentaram uma média de 7,46, indicando que a adição da cultura probiótica não alterou perceptivelmente a cor do produto. Esse resultado está de acordo com trabalhos anteriores que mostram que culturas probióticas não alteram significativamente a cor em produtos de frutas, pois essa característica está mais relacionada aos pigmentos naturais da fruta (Pimentel et al., 2012).

No que se refere ao aroma, o néctar probiótico apresentou um valor médio levemente inferior (6,96) em comparação ao controle (7,16), embora a diferença não tenha sido significativa. Segundo Silva (2016) as médias das notas atribuídas para o aroma pelos provadores para os néctares mistos variaram 7,19 a 7,50 também indicam que a adição de probióticos pode influenciar levemente o aroma dos produtos, mas em níveis que geralmente não são detectáveis sensorialmente pelo consumidor.

A textura do néctar probiótico apresentou uma média de 7,29, ligeiramente superior à do néctar controle (7,13). Embora essa diferença também não seja significativa, ela sugere uma leve tendência à preferência pela textura do néctar probiótico, possivelmente devido à presença de micro-organismos probióticos que podem influenciar positivamente a sensação de boca, em estudos de Marin (2014) observou-se que na análise da textura, aproximadamente 84% dos julgadores aceitaram a consistência da bebida probiótica.

O sabor foi um dos atributos que mais se destacou, com o néctar probiótico obtendo uma média de 7,34, superior ao valor de 6,99 do controle, embora, novamente, sem significância estatística. Pesquisas anteriores sugerem que culturas probióticas podem modificar levemente o perfil de sabor devido à produção de metabólitos durante a fermentação, o que pode contribuir para uma percepção mais agradável ou complexa. Segundo Silva (2016) em sua pesquisa valores encontrados para o atributo sabor dos néctares mistos de manga e maracujá mostraram diferenças significativas entre as formulações. A maioria das notas atribuídas ao sabor está na zona de aceitação, com médias variando entre 6,21 e 7,75, esses valores assemelham-se com o resultado desse trabalho.

A avaliação da impressão global apresentou uma leve vantagem para o néctar probiótico (7,38) em relação ao controle (7,19). Isso indica que, de maneira geral, os consumidores tenderam a ter uma avaliação ligeiramente melhor do néctar probiótico. A literatura também aponta que a presença de culturas probióticas pode melhorar a percepção global do produto, desde que o sabor e o aroma não sejam afetados negativamente. De acordo com Silva (2016) as médias da intenção global dos néctares mantiveram-se na faixa de aceitação da escala hedônica (6,96 a 7,74) "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente".

De acordo com a pesquisa de Silva (2016), os provadores foram interrogados quanto à intenção de compra caso este produto estivesse disponível a venda no comércio. As notas variaram de 1 para "certamente não compraria" e 5 "certamente compraria". As médias variaram entre 3,14 e 4,01, valores idênticos com o trabalho abordado. Quanto à intenção de compra, o néctar probiótico obteve uma média de 3,99, um pouco maior que a do néctar controle (3,69). Essa intenção está alinhada com outros trabalhos que relatam que consumidores têm demonstrado maior interesse por produtos funcionais, como alimentos probióticos, devido ao aumento da consciência sobre os benefícios à saúde associados ao consumo regular de probióticos.

4. CONCLUSÕES

Considerando os resultados da viabilidade da cultura probiótica e a aceitabilidade do néctar de taperebá demonstram o potencial para desenvolver um néctar de taperebá com propriedades probióticas. Esse produto pronto para consumo pode funcionar como um veículo eficiente para a entrega de culturas probióticas como o *Lactobacillus rhamnosus*, beneficiando especialmente pessoas que não consomem produtos lácteos, como indivíduos com intolerância à lactose, alergia às proteínas do leite e vegetarianos estritos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado do Para e o Campus XVIII, pelo suporte financeiro e estrutural dado.

REFERÊNCIAS

[1] Almeida, C. O., Martinez, R. M., Figueiredo, M. S., Teodoro, A. J. (2024). Botanical, nutritional, phytochemical characteristics, and potential health benefits of murici (*Byrsonima crassifolia*) and taperebá (*Spondias mombin*): insights from animal and cell culture models. Nutrition Reviews, 82(3), 407-424. https://academic.oup.com/nutritionreviews/article-abstract/82/3/407/7205489

[2] Assis, D., Tuerlinckx, L., Mendonça, C. (2015). Avaliação de propriedades físico-químicas de néctares de uva comercializados na cidade de Pelotas-RS. *5º Simpósio de segurança alimentar. Anais... Bento Gonçalves: SBCTA. 4p*. https://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/ssa5/certificados/

[3] Association of Official Analytical Chemists, & Association of Official Agricultural Chemists (US). (1931). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (Vol. 3). Association of Official Analytical Chemists. https://academic.oup.com/jaoac/article-abstract/80/6/127A/5684423

[4] Bianchi, F. (2013). Desenvolvimento e avaliação em simulador do ecossistema microbiano humano de uma bebida simbiótica à base de extratos aquosos de quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) e de soja. https://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/88333/1/bianchi_f_me_arafcf.pdf

[5] Brandão, W. A. P. L. N., Mendonça, T. (2015). Desenvolvimento, caracterização e otimização de bebida fermentada simbiótica de soja com farinha de banana verde.

https://tede.unioeste.br/handle/tede/2707

[6] BRASIL. (2003). Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 2.https://idec.org.br/pdf/instrucao-normativa-12.pdf

[7] Chim, J. F., Zambiazi, R. C., Rodrigues, R. D. S. (2013). Estabilidade da vitamina C em néctar de acerola sob diferentes condições de armazenamento. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 15(4), 321-327. http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v15n4p321-327

[8] Ding, W. K., Shah, N. P. (2008). Survival of free and microencapsulated probiotic bacteria in orange and apple juices. International Food Research Journal, 15(2), 219-232. https://scientificpdflibrary.amb-wellness.com/wp-content/uploads/2024/01/Survival-of-Free-and-Microencapsulated-Probiotic-Bacteria-in-orange-and-apple-juice.pdf

[9] Felipe, A. M. P. F. (2008). *Estudo da interação produto embalagem em folha-de-flandres aplicada à polpa de cupuaçu (Theobroma grandiflorum)* (Tese de Doutorado–Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: [sn], 74 p). https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=474876&tipoMidia=0

[10] Freitas, B. S. M. D. (2017). Estudo da caracterização e qualidade físicas e químicas do fruto de cajá (*Spondias mombin L.*), e aproveitamento da polpa. http://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/31

[11] Grigio, M. L., Chagas, E. A., Durigan, M., Sousa, A. D. A., do Nascimento, C. R., Neves, L. (2012). Determinação do ponto de colheita de Taperebá (*Spondias mombin L.*). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012. https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/950484/1/Luiza2pontodecolheitatapereba.pdf

[12] Marin, M. A. N. O. E. L. A., Madruga, N. D. A., Rodrigues, R. D. S., Machado, M. R. G. (2014). Caracterização físico-química e sensorial de bebida probiótica de soja. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, 32(1), 93. https://www.researchgate.net/profile/Manoela Marin/publication/269732716_CARACTERIZACAO_FISICO-QUIMICA_E_SENSORIAL_DE_BEBIDA_PROBIOTICA_DE_SOJA/links/5639f44008ae45b5d2847174/CARACTERIZACAO-FISICO-QUIMICA-E-SENSORIAL-DE-BEBIDA-PROBIOTICA-DE-SOJA.pdf

[13] Morzelle, M. C., Bachiega, P., Souza, E. C. D., Boas, V., de Barros, E. V., Lamounier, M. L. (2015). Caracterização química e física de frutos de curriola, gabiroba e murici provenientes do cerrado brasileiro. Revista Brasileira de Fruticultura, 37, 96-103. https://www.scielo.br/j/rbf/a/CspwGdNgSwZbmVzTcGRF8fk/?format=html

[14] Pelais, A. C. A., Martins, I. R., da Silva Martins, L. H., da Silva, A. E., Figueiredo, E. L., Braga, A. C. C. (2020). Viabilidade de bactérias probióticas do gênero Lactobacillus em néctar de taperebá: efeito nas propriedades físico-químicas e sensoriais. Brazilian Journal of Development, 6(5), 25945-25960. https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/9780

[15] Pimentel, T. C., Prudêncio, S. H., Rodrigues, R. D. S. (2012). Potentially synbiotic peach néctar. Alimentos e Nutrição Araraquara, 22(3), 455-464. https://www.researchgate.net/profile/Tatiana-Pimentel/publication/236857649_Nectar_de_pessego_potencialmente_simbiotico/links/0046351991f4966500000000/Nectar-de-pessego-potencialmente-simbiotico.pdf

[16] Santos, R. B., Barbosa, L. P. J. D. L., Barbosa, F. H. F. (2012). Probióticos: microrganismos funcionais. Ciência Equatorial, 1(2). https://www.academia.edu/download/94184569/562-2078-2-PB.pdf

[17] Silva, R. D. A. A. D. (2016). Elaboração de néctar misto de manga e maracujá imperatriz–MA 2016. https://rosario.ufma.br/jspui/handle/123456789/1313

[18] Stringheta, P. C., Oliveira, T. T. D., Gomes, R. C., Amaral, M. D. P. H. D., Carvalho, A. F. D., Vilela, M. A. P. (2007). Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 43, 181-194. https://www.scielo.br/j/rbcf/a/pk9QRgNjWqvW59jh3VFJChb/?lang=pt&format=html

Capítulo 9

Desenvolvimento e caracterização físico-química de bolo sem glúten sabor chocolate à base de farinha de amendoim

Antonio Manoel Maradini Filho
Lara Bravim Ramos

Resumo: Com o avanço dos cuidados com o corpo e a estética, há uma enorme busca por uma vida mais saudável e uma alimentação adequada. Os consumidores estão mais exigentes em busca de alimentos saudáveis de características sensoriais agradáveis e com propriedades benéficas. O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um bolo sabor chocolate à base de farinha de amendoim, sendo uma alternativa para uma dieta livre de glúten. A caracterização do bolo foi realizada quanto ao teor de água, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos, além de cor, volume específico e textura. Os resultados encontrados foram: teor de água 28,19%, cinzas 2,20%, proteínas 14,92%, lipídeos 31,45%, carboidratos 23,24%, volume específico 1,50 (cm^3/g), firmeza 7,76 (N), coesividade 0,56, mastigabilidade 57,20 (N.mm), elasticidade 11,82 e adesividade 0,55 (mJ). Devido ao alto teor de óleo, fez-se análise de oxidação lipídica (índice de peróxido), nos tempos 0, 5, 10 e 15 dias de armazenamento. No 15° dia o índice de peróxidos estava abaixo do limite estabelecido com 0,8 meq/1000g da amostra. O bolo sem glúten elaborado no presente estudo trouxe mais uma opção de produto que poderá atender tanto aos celíacos, quanto ao público em geral, tendo em vista a sua qualidade nutricional.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L, glúten-free, ácido sórbico, alimentação saudável, celíacos.

1. INTRODUÇÃO

A tendência das pessoas se alimentarem bem, em prol de uma vida mais saudável, tem despertado interesse da comunidade científica, o que tem produzido inúmeros estudos com o intuito de comprovar a ação de certos alimentos na prevenção e ou controle de determinadas doenças (Miranda *et al*., 2014). Sendo assim, os consumidores estão cada dia mais exigentes na busca de alimentos saudáveis e com características sensoriais agradáveis, com propriedades funcionais, a fim de prevenir doenças, incentivando a pesquisa de novos ingredientes e componentes naturais, bem como a inovação em produtos (Batista *et al*., 2015).

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa, oleaginosa, rica em proteínas e vitaminas, fonte de energia, aminoácidos e lipídeos, muito utilizado em preparações alternativas. Nas oleaginosas estão presentes os fitoquímicos e fitoesterois, que são responsáveis por conferirem efeito protetor contra cânceres e doenças cardiovasculares, essenciais para utilização em diversos produtos que buscam conferir efeitos favoráveis na saúde (Bertocchi; Graff, 2016). Assim, produtos feitos à base de farinha dessa leguminosa são opções de consumo para quem busca por melhor a qualidade de vida, com uma alimentação saudável, e de pessoas com necessidades especiais, referentes à doença celíaca, por exemplo. O amendoim é altamente energético (582 calorias/100 g), pois suas sementes são ricas em óleo (48,7%), constituído por 80% de ácidos graxos insaturados, dentre eles o oleico e o linoleico (Coelho, 2003). Entretanto, em virtude do amendoim ter alto teor de óleo, pode ocasionar oxidação lipídica do alimento, o que poderá reduzir a vida útil do produto.

A substituição da farinha de trigo por outras farinhas para a produção de produtos panificados provoca alterações no sabor, textura, aparência e na atividade de água (Cauvain; Young, 2009). Espera-se que este produto esteja ao alcance de pessoas que buscam por um alimento industrializado, nutritivo, com características sensoriais aceitáveis, atingindo um público que tem uma rotina consumir alimentos saudáveis e pelas pessoas que possuem a doença celíaca e procuram por alternativas de produtos sem glúten.

O objetivo deste trabalho foi elaborar um bolo a base de farinha de amendoim sabor chocolate e realizar análises físico-químicas, assim como fazer um estudo qualitativo da vida útil de formulações contendo ou não conservante, a fim de oferecer ao mercado um produto alternativo para o consumo por pessoas que busquem por uma vida mais saudável com uma alimentação equilibrada ou que procurem por produtos com ingredientes alternativos à farinha de trigo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os bolos são geralmente sobremesas doces consumidas por quase todas as classes sociais. Isto se deve principalmente à sua natureza pronta para consumo, sendo apresentado em uma variedade de sabores e seu preço acessível. Bolos são produtos de cereais que incluem principalmente farinha de trigo e são diferenciados por um miolo elástico e flexível (Anvar *et al.,* 2019).

Entre os produtos de panificação, o bolo vem adquirindo crescente importância no que se refere ao consumo e comercialização no Brasil. O desenvolvimento tecnológico possibilitou mudanças nas indústrias transformando a produção de pequena para grande escala (Moscato; Prudêncio-Ferreira; Hauly, 2004). Embora não constitua alimento básico

como o pão, o bolo é aceito e consumido por pessoas de qualquer idade (Borges *et al*., 2006). Trata-se de produto obtido pela mistura, homogeneização e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, fermentadas ou não, e outras substâncias alimentícias (como, por exemplo, leite, ovos e gordura). A farinha de trigo constitui o principal componente das formulações por fornecer a matriz em torno da qual os demais ingredientes são misturados para formar a massa (El-Dash; Camargo, 1982).

Segundo Martin *et al.* (2012), o bolo é um produto cuja importância é crescente no país no que se refere ao consumo e principalmente à industrialização. Os bolos possuem grande aceitação pelo mercado consumidor devido às suas características reológicas: produtos leves e facilmente mastigáveis; apresentam textura porosa que facilita a digestão e são normalmente muito saborosos (Leitão *et al*., 1984).

Em princípio, a gordura e o açúcar são, pelo menos, dois dos principais componentes dos ingredientes usados na preparação de bolos. O açúcar não só confere a doçura, mas contribui para a qualidade do sabor dos bolos frescos durante o processamento térmico. Além disso, a gordura é capaz de modificar as propriedades físicas dos bolos afetando o paladar e a aparência (Heenan *et al*., 2010).

A adição de ovos em bolos influencia na umidade e suas proteínas contribuem para formar e aerar a estrutura do produto. Já os agentes de crescimento são os fermentos químicos responsáveis pela formação de dióxido de carbono resultando em produtos de estrutura desejada, sabor e volume adequado. A farinha é a principal responsável pela formação da estrutura na maioria dos bolos devido aos seus componentes: proteínas e amido (Resente, 2007).

Os bolos se apresentam em diferentes formatos, sabores e textura, variando com a formulação e com o método empregado na elaboração (Gutkoski *et al*., 2009).

As peculiaridades inerentes, as características nutricionais e a vasta diversidade de bolos que o mercado apresenta têm como intuito ofertar constituintes e nutrientes essenciais, além de facilitar o desenvolvimento de produtos alimentícios que podem ser consumidos por pessoas que manifestam algum tipo de alergia ou restrição alimentar (Poletto *et al*. 2015).

O grão de amendoim é formado pela casca ou pericarpo (28% - 30%), o perisperma ou tegumento, que é a fina película que envolve o endosperma (1,45% -3,22%), o embrião (1,8% - 2,6%) e a amêndoa (67,70% - 71,88%). O conteúdo médio de água é 5,4%, de carboidratos 11,7%, de fibras 2,5% e de cinzas 2,3% (Peixoto, 1972). O conteúdo de proteínas (22% - 30%) pode variar de acordo com a cultivar, a localidade, a estação do ano e a maturidade da semente (Shorter; Patanothai, 1989).

Este grão é um alimento altamente energético (582 calorias/100 g), pois suas sementes são ricas em óleo (48,7%), constituído por 80% de ácidos graxos insaturados, dentre eles o oleico e o linoleico (Coelho, 2003). O óleo e suas proteínas têm alta qualidade nutricional, o que determina o expressivo valor econômico nos países de primeiro mundo e naqueles que têm limitações de suplementação proteica na dieta alimentar (Pretti, 2010).

Na indústria de alimentos, o amendoim é muito valorizado devido ao seu valor nutritivo, aroma, textura e sabor. Destaca-se pelo consumo tanto *in natura* como processado, destinado a produtos de confeitaria, como ingrediente na indústria de doces, balas, bombons e pastas e como aperitivos salgados, torrados e fritos (Pretti, 2010).

As proteínas presentes no amendoim são globulinas (90%) e albuminas (10%) e as principais frações isoladas são a araquina e conaraquina (Ozcan, 2010). É rico em aminoácidos essenciais: fenilalanina, histidina, e dos não essenciais: ácido glutâmico, ácido aspártico e arginina, os quais compõem em torno de 45% do total de aminoácidos (Freire; Narain; Santos, 2005), entretanto, contém baixos teores de lisina, isoleucina, metionina e treonina, essenciais ao organismo (Conkerton; Ory, 1976; Neucere; Conkerton; Booth, 1972).

Além do perfil dos ácidos graxos e do teor de proteínas, o amendoim apresenta compostos bioativos como o resveratrol (0,022 a 5,50) µg/g (Sanders; McMichael; Hendrix, 2000; Tokusoglu; Unal; Yemis, 2005), com propriedade de proteção contra aterosclerose (Sobolev; Cole, 1999). Contém também o β-sitosterol com teor de 47,20 mg/100 g de grão e equivalente a 55,7% a 60,2% dos esteróis totais (Francisco; Resurreccion, 2008; Grosso; Nepote; Guzman'n, 2000) os quais apresentam atividade antioxidante e possibilidade de interação com radicais livres e relação com a redução do risco de câncer (Awada *et al*., 2000). Outros compostos fenólicos foram identificados com destaque para a catequina, galocatequina e proantocianidinas entre os flavonoides, os quais estão presentes em torno de 16 mg em 100 g do grão. Estes flavonoides auxiliam na captura dos radicais livres e redução dos efeitos da peroxidação lipídica (Francisco; Resurreccion, 2008; Grosso; Nepote; Guzman'n, 2000).

O amendoim apresenta também importantes quantidades de vitamina E, vitamina B3 (niacina), vitamina B6 (piridoxina) e ácido fólico (TBCA, 2023). Quanto aos minerais, apresenta altas concentrações de potássio, fósforo e zinco (Freire; Narain; Santos, 2005).

A obtenção do óleo de coco se dá através da polpa do coco fresco maduro (*Cocos nucifera* L.), que é constituído por ácidos graxos saturados (presentes em maiores quantidades) e ácidos graxos insaturados. Os ácidos graxos saturados encontrados no óleo de coco são: capróico, caprílico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico e esteárico e os insaturados são: oleico e linoleico. O ácido láurico é encontrado em quantidades acima de 40% no óleo de coco. As gorduras láuricas são caracterizadas por serem resistentes à oxidação não enzimática e, ao contrário de outros óleos e gorduras, apresentam temperatura de fusão baixa e bem definida (24,4 - 25,6) °C. Utilizadas em muitas indústrias como as cosméticas e alimentícias, as gorduras láuricas se destacam devido às suas propriedades físicas e resistência à oxidação, sendo empregadas no preparo de gorduras especiais para sorvetes, confeitaria, margarinas e substitutos de manteiga de cacau (Lawson, 1999; Machado; Chaves; Antoniassi, 2006).

O óleo de coco é um alimento tradicional em países tropicais. Estudos com dietas nativas com alto consumo de óleo de coco mostram que a população que o consome geralmente está em boa saúde. O óleo é conhecido por ter efeitos antivirais e antibacterianos e excelentes propriedades curativas. É uma "imitação" da natureza da gordura do leite materno humano e, portanto, usada em fórmulas infantis (Gopala *et al*., 2010).

As propriedades do óleo de coco são únicas, como sabor suave, odor agradável, elevada resistência à rancificação, faixa de temperatura estreita de derretimento, digestibilidade simples e absorvível. Em geral, o ponto de fusão é baixo, variando de 23 a 26 °C. O óleo de coco contém insaturação a um baixo nível, o que o torna estável para a oxidação (Che Man; Manaf, 2006).

Além das vantagens técnicas, o óleo de coco possui componentes bioativos com atividade antioxidante protegendo contra o acúmulo de radicais livres que ocasionam o estresse oxidativo. Esse processo pode alterar gravemente as membranas celulares e outras

estruturas, induzindo ao desenvolvimento de doenças crônicas e degenerativas. Os antioxidantes são capazes de interromperem os alvos fisiológicos específicos, modulando a defesa antioxidante essencial para a manutenção da saúde. Um fator de grande importância na modulação do estresse oxidativo é a dieta (Appaiah *et al*., 2014; Barbosa *et al*., 2010; Oliveira; Bastos, 2011; Pham-Huy; He; Pham-Huy, 2008).

O cacau puro apresenta propriedade anti-inflamatória, anticarcinogênica, antiaterogênica, antitrombótica, antimicrobiana, analgésica e vasodilatadora, comprovadas em estudos científicos (Gotti *et al*., 2006; Wollgast; Anklan, 2000). Os flavonoides contidos no cacau têm ações essenciais na prevenção contra doenças cardiovasculares e outras patologias crônicas não transmissíveis, são capazes de suprimir a produção de mediadores pró-inflamatórios e estimular a produção de óxido nítrico, um mediador anti-inflamatório. Por ter ação antioxidante os flavonoides também atuam diretamente no endotélio suprimindo o desenvolvimento da aterosclerose (Behling *et al*., 2004; Knibel, 2009; Santos, 2011).

O cacau tem em sua composição, além dos polifenóis (10% na sua forma original), uma quantidade significativa de gordura (variando entre 40% e 50%), ácido oleico (33%) e os valores restantes são compostos por ácido esteárico que, apesar de ser gordura saturada, ao ser metabolizado no organismo humano é convertido em ácido oleico (D'el Rei; Medeiros, 2011).

O açúcar mascavo é mais saudável que os outros açúcares e preserva as vitaminas e os minerais como cálcio, ferro, magnésio, fósforo e potássio. É composto de sacarose, frutose, glicose, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, sódio, ferro, manganês, zinco, vitaminas A, B1, B12, B5, C, D6 e E. Portanto, é um alimento rico em sais minerais e vitaminas, sendo muitas vezes aconselhado na dieta de pessoas anêmicas (Araújo, 2011).

A intolerância a certos alimentos ocorre pela incapacidade do organismo de se desintoxicar de determinado composto presente em um alimento. Esta pode se apresentar de duas formas: em uma delas o componente é um não nutriente, que o organismo precisa eliminar rapidamente; já a segunda, é caracterizada quando o componente é um nutriente e precisa de uma enzima específica para ser digerido, e o organismo possui deficiência genética e não produz essa enzima (Emsley; Feel, 2001). A doença celíaca, caracterizada pela intolerância do organismo ao glúten, é uma enteropatia imunomediada por linfócitos T, causada por uma sensibilidade permanente ao glúten em indivíduos geneticamente suscetíveis (Hill *et al*., 2005).

O glúten é uma proteína encontrada na semente de muitos cereais, sendo composto por gliadina e glutenina (Piezak; Kerner Jr, 2012). É ele o responsável pela característica viscosa e adesiva observada em pães e bolos, é uma proteína complexa, não eliminada por processos de cocção, podendo ser encontrada no trigo, na aveia, na cevada e no centeio (ACELBRA, 2018).

A dieta isenta de glúten é indispensável para o controle da doença celíaca, já que se mostra eficaz no tratamento de sintomas gastrointestinais, melhora a absorção de nutrientes (por conta da normalização da mucosa intestinal), elimina as crises de dores e mal-estar, do crescimento e desenvolvimento, principalmente de crianças (Rodrigues, 2007). A prática dessa dieta não se constitui uma tarefa de fácil execução, pois habitualmente as pessoas consomem pães, bolos, biscoitos, pizzas e macarrão, que são comumente preparados com farinha de trigo (López; Accacia; Junqueira, 2004).

As mudanças no processamento e a crescente procura por alimentos de qualidade sensorial, nutricional e que tragam benefícios à saúde, fazem surgir a necessidade de novos ingredientes para atender a estas exigências do mercado (Idris *et al*., 1996), incluindo os indivíduos portadores da doença celíaca.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Tecnologia de Alimentos, Química de Alimentos e Operações Unitárias, do Departamento de Engenharia de Alimentos (CCAE/UFES), no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia (CCAE/UFES) e no Laboratório de Nutrição e Dietética (CCENS/UFES). Na formulação dos bolos (Tabela 1) foram utilizados os seguintes ingredientes: amendoim torrado, óleo de coco extra virgem, cacau em pó, açúcar mascavo, canela em pó e fermento químico, adquiridos no comércio local da cidade de Alegre-ES. O ácido sórbico foi adquirido da empresa Adicel. Foram testadas três formulações (Tabela 1): F1 (ácido sórbico [0%]); F2 (ácido sórbico [0,1%]); e F3 (ácido sórbico [0,2%]). Os bolos foram armazenados à temperatura ambiente em embalagens plásticas de polipropileno, envoltas em papel alumínio.

Tabela 1- Ingredientes utilizados na formulação do bolo com diferentes proporções de ácido sórbico

Ingredientes	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Amendoim	100	100	100
Ovos	53,96	53,96	53,96
Açúcar mascavo	44,00	44,00	44,00
Óleo de coco	23,98	23,98	23,98
Cacau em pó	11,99	11,99	11,99
Fermento químico	3,99	3,99	3,99
Canela	1,59	1,59	1,59
Ácido sórbico	0,00	0,10	0,20
Água	54,55	54,55	54,55

F1 (ácido sórbico 0%); F2 (ácido sórbico 0,1% (g/100 g)); e F3 (ácido sórbico 0,2% (g/100 g)).
Percentual dos ingredientes com base na quantidade de amendoim da receita (100%).
Fonte: Produção dos próprios autores (2024).

Os ingredientes de cada formulação foram pesados e a água, o óleo de coco e os ovos foram homogeneizados em liquidificador, adicionando-se em seguida, os ingredientes secos, exceto o fermento químico que foi adicionado após a massa ficar homogênea. O assamento foi realizado a 160 ºC por 20 min, e os bolos foram esfriados a temperatura ambiente e armazenados em embalagens plásticas de polipropileno sanitizadas com solução de álcool 70 + ácido sórbico a 0,2%, e envolvidas com papel alumínio.

3.1. ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS BOLOS

A caracterização química dos bolos foi realizada quanto ao teor de água, cinzas, proteínas e lipídeos, de acordo com as metodologias propostas pelo Instituto Aldolfo Lutz (IAL, 2008). O teor de água foi determinado por secagem em estufa a 105 ºC até atingir peso constante; as cinzas por incineração em mufla a 550 ºC; o teor de proteínas pelo método

de Kjeldahl (fator de correção 6,25); e para lipídeos foi utilizado extrator de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente. Os carboidratos foram determinados por diferença, subtraindo-se de 100 a soma dos teores de água, cinzas, proteínas e lipídeos (Souci; Fachman; Kraut, 2000).

3.2. ANÁLISE DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA DOS BOLOS

A oxidação lipídica foi realizada de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) nos tempos 0, 5, 10 e 15 dias de armazenamento. Esse método consiste na atuação dos peróxidos sobre o iodeto de potássio, ocasionando a liberação de iodo, e este foi titulado com tiossulfato de sódio, com o auxílio de indicador, representando a progressão da oxidação (Mathias *et al*., 2010).

3.3. ANÁLISES FÍSICAS DOS BOLOS

A cor dos bolos foi mensurada pelo sistema CIEL*a*b*, em colorímetro (Konica – Minolta CM-5). As coordenadas analisadas foram: L* ou luminosidade (preto-0/branco-100), a* (verde -/vermelho +) e b* (azul - /amarelo +), com ângulo do observador de 10° e iluminante D65, 420 nm, ajustado para reflectância (HUNTERLAB, 2013). Após calibração, cada fatia de 25 mm (crosta e miolo), foi colocada com a parte central voltada para a abertura de leitura do equipamento.

A textura foi determinada em texturômetro (CT3 texture analyzer Brookfield), com análise de dupla compressão, utilizando uma probe cilíndrica de 25 mm (perspex P/25P), velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s, teste de 1,7 mm/s, pós-teste de 10 mm/s, força do trigger de 0,20 N, distância 6,2 mm, força 10 g, e aquisição 200 pps. Os parâmetros analisados foram: firmeza (N), coesividade, mastigabilidade (N.mm), elasticidade e adesividade (mJ) (Esteller; Amaral; Lannes, 2004).

O volume específico dos bolos foi estabelecido pelo quociente entre o volume aparente (cm^3) e a massa (g) de cada amostra forneada, com resultados expressos em $cm^3\ g^{-1}$. A massa foi obtida em balança analítica (Bel Engineering MG 164A) e o volume aparente pelo deslocamento de sementes de painço, aferido em becker de 500 mL, de acordo com El-Dash, Camargo e Diaz (1982).

3.4. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Entre as formulações estudadas, a formulação escolhida para as análises físico-químicas e de oxidação lipídica foi a F3 (ácido sórbico 0,2% (g/100g)), por ter maior concentração de conservante. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram avaliados por meio de estatística descritiva, obtendo-se a média e o desvio-padrão para cada análise.

A deterioração dos bolos foi observada sensorialmente (aparência, tato, cheiro) nas três formulações (F1, F2 e F3), de maneira qualitativa, nos tempos de 0, 5, 10 e 15 dias de armazenamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS BOLOS

A composição centesimal de um alimento é a proporção em que aparecem, em 100 g de um determinado alimento, os grupos homogêneos de substâncias que o compõem, a saber: umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos (calculados como carboidratos totais ou estratificados de acordo com o teor de fibras) (Freitas *et al*., 2013). Os resultados das análises desses constituintes dos bolos estão mostrados na Tabela 2.

Tabela 2- Composição centesimal dos bolos (formulação F3)

Parâmetros	Média ± desvio padrão* bu**	Média ± desvio-padrão bs**
Teor de água (g/100 g)	28,19 ± 0,21	--------
Proteínas (g/100 g)	14,92 ± 0,24	20,77 ± 0,33
Lipídeos (g/100 g)	31,45 ± 2,74	43,80 ± 3,82
Cinzas (g/100 g)	2,20 ± 0,01	3,06 ± 0,01
Carboidratos (g/100 g)	23,24	32,36

*Média de três repetições.
**bu = base úmida; **bs = base seca.

Fonte: Produção dos próprios autores (2024).

De acordo com Cauvain (1987) o teor final de umidade dos bolos normalmente fica em torno de 18% a 28%, percentual menor quando comparado ao pão e maior do que ao de biscoitos. Neste trabalho, o teor de água foi de 28,19% e, portanto, dentro do intervalo descrito pelo autor citado.

Verificou-se um alto teor proteico (20,77% bs) nos bolos, principalmente devido ao amendoim e aos ovos incorporados na formulação. As sementes comestíveis, como o amendoim, são boas fontes de lipídeos e proteínas e, em decorrência disso, constituem boas fontes energéticas. As proteínas do amendoim apresentam perfil de aminoácidos que atende grande parte das necessidades de uma dieta equilibrada (Freitas; Naves, 2010).

Em relação aos lipídeos, observou-se também um alto teor (43,80% bs), resultante da utilização do amendoim, óleo de coco e ovos, na receita. As frações lipídicas do amendoim são compostas especialmente pelos ácidos graxos oleico (C18:1) e linoleico (C18:2). De acordo com Coelho (2003), evidências indicam que o consumo regular de amendoim leva à melhoria no perfil lipídico, reduzindo assim, os riscos de doenças cardiovasculares. Em relação ao óleo de coco, nos últimos anos, este ressurgiu como alternativa de óleo para ingestão. Muitas vezes é divulgado como um óleo mais saudável, ao qual são atribuídos inúmeros benefícios. Segundo Régis (2014), o óleo de coco extra virgem é fonte de triglicerídeos de cadeia média (TCM) e tem sido utilizado no tratamento da obesidade e suas complicações.

4.2. ÍNDICE DE PERÓXIDO DOS BOLOS

O índice de peróxido foi baixo durante todos os tempos estudados, ou seja, não houve rancificação nas amostras de bolos em 15 dias de armazenamento à temperatura ambiente (Tabela 3).

Segundo a legislação brasileira, o limite máximo permitido de índice de peróxido em uma amostra é de 10 meq de peróxido / kg (Brasil, 2021). Na presente pesquisa pode-se verificar que os valores do índice de peróxido, por até 15 dias de armazenamento à temperatura ambiente, foram abaixo deste limite máximo permitido.

Tabela 3- Resultado do índice de peróxido dos bolos (formulação F3)

Tempo (dias)	Índice de peróxido (meq/1000 g da amostra)
0	2,17
5	1,20
10	1,42
15	0,80

Fonte: Produção dos próprios autores (2024).

Segundo Nouros, Georgiou e Polissiou (1999) e Silva, Borges e Ferreira (1999) apesar do índice de peróxidos ser um método simples, existem fatores que limitam a sua eficácia, como: baixa sensibilidade; a determinação do ponto final da titulação é difícil quando o nível de peróxidos é baixo, mesmo em presença de um indicador (amido); necessidade de alta quantidade de lipídios; o iodo liberado pode ter se fixado às duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, conduzindo a menor valor que o real; o ácido acético poderia não proporcionar íons H^+ suficientes para reação se completar.

4.3. ANÁLISE DE VIDA ÚTIL

A análise de vida útil foi realizada nas três formulações, comparando a deterioração de cada uma durante 15 dias. As fotos foram tiradas nos tempos de 0, 5, 10 e 15 dias, sendo que 0 foi o dia do processamento do bolo. As Figuras de 1 a 3 representam tempo de 0 dia, as Figuras de 4 a 6 representam os bolos após 5 dias de armazenamento, as Figuras de 7 a 9 representam bolos após 10 dias de armazenamento e as Figuras de 10 a 12 representam bolos após 15 dias de armazenamento.

Figura 1 – F1 dia 0

Figura 2 – F2 dia 0

Figura 3 – F3 dia 0

Figura 4 – F1 dia 5

Figura 5 – F2 dia 5

Figura 6 – F3 dia 5

Figura 7 – F1 dia 10

Figura 8 – F2 dia 10

Figura 9 – F3 dia 10

Figura 10 – F1 dia 15

Figura 11 – F2 dia 15

Figura 12 – F3 dia 15

Fonte: Produção dos próprios autores (2024).

No tempo de 0 dia o bolo não apresentou nenhum sinal de deterioração em todos os tratamentos. Com 5 dias de armazenamento, a formulação 1 (F1) estava com *Rope Spoilage* (caracterizado pelo efeito corda no bolo, causado por bactérias esporulantes do gênero *Bacillus*) e começando um aroma desagradável, as formulações 2 e 3 (F2 e F3) não apresentaram sinal de deterioração. Após 10 dias de armazenamento, F1 estava com aroma mais desagradável, *rope* e aspecto pegajoso, F2 apresentou formação de *rope* e um aroma desagradável, F3 não apresentou sinal de deterioração. Ao final dos 15 dias de armazenamento, F1 estava com aroma dos produtos da fermentação (cetonas, aldeídos e

ácidos) formados por atividades metabólicas das bactérias, F2 não estava com aroma muito desagradável, estava com um aspecto mais endurecido e colônias de fungos na superfície, enquanto F3 não apresentou sinal de deterioração. Segundo Levinson e Jawetz (2006), a possibilidade de competição entre bactérias e fungos pode ter sido um fator que levou à negativação da cultura fúngica na formulação 1.

4.4. ANÁLISES FÍSICAS

Na Tabela 4 estão os valores do parâmetro L* e das coordenadas cromáticas a* e b* da análise de cor instrumental da crosta e do miolo das amostras de bolo da formulação 3.

Tabela 4- Resultado das análises dos parâmetros de cor instrumental dos bolos

	Média ± desvio padrão*	
Parâmetros	**Crosta**	**Miolo**
L*	36,61 ± 0,15	38,17 ± 1,99
a*	2,94 ± 0,17	3,32 ± 0,28
b*	2,79 ± 0,12	3,20 ± 0,53

*Média de três repetições

Fonte: Produção dos próprios autores (2024).

Quanto ao parâmetro de luminosidade (L*) as amostras de bolos foram consideradas escuras, já que na escala de 0 a 100 apresentaram valores abaixo de 50 (L* < 50) indicando menor reflectância da luz (Padilha *et al.*, 2010). Bolos com chocolate elaborados por Osawa e colaboradores (2009) apresentaram valores de L* próximos aos observados neste estudo. Em relação aos parâmetros de cromaticidade (a* e b*), é possível verificar que as amostras se apresentaram nas regiões do vermelho e do amarelo, uma vez que os valores foram positivos para estas coordenadas. Silva (2007) menciona que a combinação dos cromos a* e b* positivos resulta na coloração marrom, cor característica de produtos elaborados com chocolate e seus derivados.

A Tabela 5 apresenta os parâmetros de textura (firmeza, coesividade, mastigabilidade, elasticidade e adesividade) e volume específico dos bolos da formulação F3.

Tabela 5- Resultado das análises dos parâmetros de textura dos bolos e volume específico

Parâmetros	Média ± desvio padrão*
Firmeza (N)	7,76 ± 0,39
Coesividade	0,56 ± 0,02
Mastigabilidade (N.mm)	57,20 ± 2,03
Elasticidade	11,82 ± 0,2
Adesividade (mJ)	0,55 ± 0,33
Volume específico (cm^3/g)	1,50 ± 0,21

*Média de três repetições.

Fonte: Produção dos próprios autores (2024).

A firmeza do bolo está relacionada com a força aplicada por compressão que ocasiona deformação ou rompimento da amostra. Bolos de farinha de trigo com farinha de arroz elaborados por Morais e colaboradores (2017) apresentaram valores de firmeza entre 10,75 a 13,83 N, superiores ao observado neste trabalho. Em relação à coesividade Morais *et al*. (2017) obtiveram valores próximos a 0,20, valores bem menores aos verificados neste trabalho. A característica de esfarelamento do bolo facilita sua desintegração, diminuindo o valor de coesividade. O açúcar melhora a coesividade. A gordura melhora a maciez (menor firmeza), mas em excesso, reduz a coesividade (Esteller; Amaral; Lannes, 2004). Mastigabilidade é a energia requerida para desintegrar um alimento sólido até estar pronto para a deglutição e está relacionada com os parâmetros primários de coesividade, elasticidade e dureza (Lannes, 1997). Morais *et al*. (2017) obtiveram valores de mastigabilidade variando entre 9,92 a 31,38 N.mm, inferiores aos obtidos neste estudo.

Os bolos da formulação F3 apresentaram um volume específico médio de 1,50 cm^3/g. Bassinello e colaboradores (2010) elaboraram bolos com farinha de arroz e de feijão e obtiveram valores de volume específico variando entre 1,86 a 3,07 cm^3/g. Cauvain, 1987, afirma que a aeração proporcionada pela gordura é de vital importância no processo de fabricação dos bolos. A estrutura é formada durante o estágio de batimento, quando minúsculas bolhas de ar são incorporadas à massa. Essas bolhas se expandem quando a temperatura aumenta e, quando a massa endurece, explodem e formam a estrutura porosa tradicional. Assim, se não houver algum agente estabilizador, essas bolhas de ar se rompem e migram para a superfície da massa. Essa função de estabilização é exercida pela fração cristalina da gordura. O resultado é que o produto se torna mais fácil de mastigar e, em geral, quanto mais gordura menos compacto ele fica. Isto ocorre até o emprego de uma quantidade limite de gordura e, a partir desse ponto, a gordura passa a atuar como compactante, reduzindo o volume do produto, isso pode ter ocorrido no presente trabalho, devido ao alto teor de lipídeos do bolo.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, para o bolo sabor chocolate a base de farinha de amendoim em 15 dias de armazenamento à temperatura ambiente, a formulação com 0,2% de ácido sórbico não apresentou deterioração por oxidação lipídica e microbiológica visível, apesar de frações lipídicas serem consideráveis para degradação.

O uso do conservante teve efeito para microrganismos não proliferarem. Com concentração máxima permitida de ácido sórbico, durante 15 dias conservou-se sua vida útil.

O produto pode ser considerado um alimento proteico, devido ao alto valor de proteínas.

Assim, conclui-se que o bolo sem glúten elaborado trouxe mais uma opção de produto que poderá atender tanto aos celíacos, quanto ao público em geral, tendo em vista a sua qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

[1] ACELBRA. Associação dos Celíacos do Brasil. **Portadores de Doença Celíaca no Brasil**. 2018. Disponível em: https://www.acelbra-rj.com.br/doenca-celiaca. Acesso em: 21 nov. 2022.

[2] ANVAR, A.; NASEHI, B.; NOSHAD, M.; BARZERGAR, H. Melhoria da qualidade físico-química e nutricional de pão de ló fortificado com bagaço de marmelo seco ao ar de micro-ondas. **Jornal Iraniano**

de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 15, n. 3, p. 69–79, 2019.

[3] APPAIAH, P.; SUNIL, L.; PRASANTH KUMAR, P. K.; GOPALA KRISHNA, A. G. Composition of coconut testa, coconut kernel and its oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 6, p. 917-924, Jun. 2014. https://doi.org/10.1007/s11746-014-2447-9. Disponível em: https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1007/s11746-014-2447-9. Acesso em: 1 dez. 2022.

[4] ARAÚJO, E. R. **Avaliação de impactos ambientais da agroindustrialização canavieira na Cooperativa de Produção Agropecuária Vitória (COPAVI):** um estudo de caso da produção de açúcar mascavo. 2011. 79f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/108/3707.pdf?sequence=1. Acesso em: 01 dez. 2022.

[5] AWADA, A. B; CHAN, K. C.; DOWNIE, A. C.; FINK, C. S. Peanuts as a source of beta-sitosterol, a sterol with anticancer properties. **Nutrition and Cancer**, v. 36, n. 2, p. 238-241, 2000. DOI: 10.1207/S15327914NC3602_14.

[6] BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C. G.; DE PAULA, S. O.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 629-643, jul./ago. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rn/a/Fvg4wkYjZPgsFs95f4chVjx/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 01 dez. 2022.

[7] BASSINELLO, P. Z.; CARVALHO, R. N.; ALMEIDA, R. P. de; ARAÚJO, M. R.; COBUCCI, R. M. A. **Desenvolvimento de mistura para bolo com farinha de quirera de arroz e bandinha de feijão**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, Comunicado Técnico, nº 193, dez. 2010. 8 p.

[8] BATISTA, M. A.; GAMA, L. L. A.; ALMEIDA, L. P.; ORNELLAS, C. B. D.; SANTOS, L. C.; CRUZ, L. L.; SILVESTRE, M. P. C. Desenvolvimento, caracterização e análise sensorial de formulações alimentares com proteínas do soro de leite ou albumina para crianças. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 31-41, jan. /mar. 2015.

[9] BEHLING, E. B.; SENDÃO, M. C.; FRANCESCATO, H. D. C.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHI, M. L. P. Flavonóide quercenina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15 n. 3, p. 285-292, 2004.

[10] BERTOCCHI, C.; GRAFF, T. B. A. Avaliação do shelf life de amendoim torrado e salgado, no período de 6 meses. **Higiene Alimentar**, v. 30, n. 256/257, p. 117-122, maio/jun. 2016.

[11] BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; DELLA LUCIA, S. M.; PEREIRA, P. C.; MORAES, A. R. F; CASTRO, V. C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim do CEPPA**, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006.

[12] BRASIL. Ministério da Saúde – ANVISA. Instrução Normativa nº 87, de 15 de março de 2021. Estabelece a lista de espécies vegetais autorizadas, as designações, a composição de ácidos graxos e os valores máximos de acidez e de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 51, 17 mar. 2021.

[13] CAUVAIN, S. Let them eat cake especially if it's low fat. **Food flavourings, ingredients, packaging and processing**, v. 9, n. 8, p. 37-39, 1987.

[14] CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia da panificação**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2009. 418 p.

[15] CHE MAN, Y. B.; MANAF, M. A. Medium chain triacylglycerol. *In*: SHAHIDI, F. (Ed.). **Nutraceutical and specialty lipids and their co-products**. Boca Roton: Taylor & Francis, Chap. 2, p. 27-56, 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/22830592/Nutraceutical_and_Specialty_Lipids_and_their_Co_Products. Acesso em: 17 nov. 2022.

[16] COELHO, S. B. **Efeito do óleo de amendoim sobre o metabolismo energético, a composição corporal, o perfil lipídico e o apetite em indivíduos com excesso de peso**. 2003. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

[17] CONKERTON, E. J.; ORY, R. L. Peanuts proteins as food supplements: A compositional study of selected Virginia and Spanish peanuts. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 53, n. 12, p. 754-756, 1976. DOI: https://doi.org/10.1007/BF02635478.

[18] D'EL REI, J.; MEDEIROS, F. Chocolate e os benefícios cardiovasculares. **Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto,** ano 10, jul./set., 2011.

[19] EL-DASH, A. A.; CAMARGO C. R. O. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, 1982. 400 p.

[20] EL-DASH, A. A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, N. M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria de Estado da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1982. 243 p.

[21] EMSLEY, J.; FELL, P. **Foi alguma coisa que você comeu?** Rio de Janeiro: Campos, 2001. 308 p.

[22] ESTELLER, M. S.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. S. Effect of sugar and fat replacers on the texture of baked goods. **Journal of Texture Studies,** v. 35, n. 4, p. 383- 393, 2004.

[23] FRANCISCO, M. L. D. L.; RESURRECCION, A. V. A functional component in peanuts. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 8, p. 715-746, 2008. DOI: https://doi.org/10.1080/10408390701640718.

[24] FREIRE, R. M. M.; NARAIN, N.; SANTOS, R. C. Aspectos nutricionais de amendoim e seus derivados. *In*: SANTOS, R. C. (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 389-420, 2005.

[25] FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 23, n. 2, p. 269-279, 2010.

[26] FREITAS, M. do C. S. de; MINAYO, M. C. S.; RAMOS, L. B.; FONTES, G. V.; SANTOS, L. A. *et al*. Escola: lugar de estudar e de comer. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 4, p. 979-985, 2013.

[27] GOPALA KRISHNA A. G; GAURAV RAJ; AJIT SINGH B.; PRASANTH KUMAR P. K.; PREETI CHANDRASHEKAR. Coconut oil: chemistry, production and its applications – a review. **Indian Coconut Journal**, [S. I.], p. 15-27, Jul., 2010. Disponível em: https://typeset.io/pdf/coconut-oil-chemistry-production-and-its-applications-a-51dvuyamo9.pdf. Acesso em: 17 nov. 2022.

[28] GOTTI, R.; FURLANETTO, S.; PINZAUTI, S.; CAVRINI, V. Analysis of catechins in *Theobroma cacao* beans by cyclodextrin modified micellar eletrokinetic chromatography. **Journal of Chromatography A**, New York, v. 1112, n. 1-2, p. 345- 352, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.11.058.

[29] GROSSO, N. R.; NEPOTE, V.; GUZMAN'N, C. A. Composition of some wild peanut species (*Arachis* L.) seeds. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 48, n. 3, p. 806-809, 2000. DOI: https://doi.org/10.1021/jf9901744.

[30] GUTKOSKI, L. C.; TEIXEIRA, D. M. F.; DURIGON, A.; GANZER, A. G.; BERTOLIN, T. E.; COLLA, L. M. Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 254-261, abr./jun. 2009.

[31] HEENAN, S. P.; DOFOUR, J. P.; HAMID, N.; HARVEY, W.; DELAHUNTY, C. M.; The influence of ingredients and time from baking on sensory quality and consumer freshness perceptions in a baked model cake system. **Food Science and Technology**, v. 43, n. 7, p. 1032-1041, 2010.

[32] HILL, I. D.; DIRKS, M. H.; LIPTAK, G. S.; COLLETTI, R. B.; FASANO, A. Guideline for the diagnosis and treatment of celiac disease in children: recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 40, n. 1, p. 1-19, 2005. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15625418. Acesso em: 21 nov. 2022.

[33] HUNTERLAB. Hunter Associates Laboratory. **Color measurement of cereal and cereal products**. 2013. {online}. Disponível na Internet via: http://www.hunterlab.com/node/653. Acesso em: 25 maio 2023.

[34] IDRIS, N. A.; CHE HA, C. M.; HASSAR, H. ENBONG, M. S.; ABDULLAH, A. Performance evaluation of shortenings based on palm oil and butterfat in yellow cake**. European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 98, n. 4, p.144-148, 1996. DOI: https://doi.org/10.1002/lipi.19960980405

[35] IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. 1020 p. Versão eletrônica.

[36] KNIBEL, M. P. **A influência da ingestão de flavonoides do cacau sobre o comportamento da**

pressão arterial e da função endotelial em hipertensos primários estágio I. 2009. 120f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Clínica e Experimental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

[37] LAWSON, H. **Aceites y grasas alimentarios** – Tecnología, utilización y nutrición, Zaragoza: Acribia, 1999. 346 p.

[38] LANNES, S. C. S. **Estudo das propriedades físico-químicas e de textura de chocolates**. 1997. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica – área de Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 1997.

[39] LEITÃO, R. F. F.; PIZZINATO, A.; VITTI, P.; SHIROSE, I.; MORI, E. E. M. Estudos de duas cultivares de triticale e sua aplicação em produtos de massas alimentícias (macarrão, biscoito e bolos). **Boletim ITAL**, Campinas, v. 21, p. 325-334, 1984.

[40] *LEVINSON*, W.; *JAWETZ*, E. ***Microbiologia médica e imunologia***. *7. ed*. *Porto Alegre*: *Artmed*, 2006. *632 p*. ISBN 9788536300788.

[41] LÓPEZ, A. C. B.; ACCACIA, J. G. P.; JUNQUEIRA, R. G. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. **Brazilian. Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 1, p. 63-70, 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000100009.

[42] MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, 463-470, 2006.

[43] MARTIN, J. G. P.; MATTA JÚNIOR, M. D.; ALMEIDA, M. A.; SANTOS, T.; SPOTO, M. H. F. Avaliação sensorial de bolo com resíduo de casca de abacaxi para suplementação do teor de fibras. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 3, p. 281-287, 2012.

[44] MATHIAS, S. P.; ROSENTHAL, A.; GASPAR, A.; DELIZA, R.; SLONGO, A. P.; VICETE, J.; MASSON, L. M.; BARBOSA, C. Alterações oxidativas (cor e lipídios) em presunto de peru tratado por Alta Pressão Hidrostática (APH). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 852-857, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400003.

[45] MIRANDA, G. S.; RENNÓ, L. N.; MACHADO, B. B.; SILVA, J. L.; PINTO, R.; OLIVEIRA, M. R. Efeito do consumo da aveia e da farinha da casca de maracujá sobre a glicemia e lipemia em um grupo de voluntários. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 2, p. 245-250, 2014.

[46] MORAIS, J. S. de; SASSI, K. K. B.; SOUZA, B. L. de; MOREIRA, R. T.; MACIEL, J. F. Desenvolvimento e aceitação de bolo de abóbora com chocolate à base de farinha de arroz. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 68-72, 2017.

[47] MOSCATTO, J. A.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 634-640, out./dez. 2004.

[48] NEUCERE, N. J.; CONKERTON, E. J.; BOOTH, A. N. Effect of heat on peanut proteins. II. Variations in nutritional quality of the meals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 20, n. 2, p. 256-259, 1972. DOI: https://doi.org/10.1021/jf60180a041.

[49] NOUROS, P. G.; GEORGIOU, C. A.; POLISSIOU, M. G. Direct parallel flow injection multichannel spectrophotometric determination of olive oil peroxide value. **Analytica Chimica Acta**, v. 389, n. 1-3, p. 239-245, May 1999. DOI: https://doi.org/10.1016/S0003-2670(99)00213-5

[50] OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p.1.051-1.056, 2011. Disponível em: http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2011/vol34n6/22-RV10659.pdf. Acesso em: 1 dez. 2022.

[51] OSAWA, C. C.; FONTES, L. C. B.; MIRANDA, E. H. W.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Avaliação físico-química de bolo de chocolate com coberturas comestíveis à base de gelatina, ácido esteárico, amido modificado ou cera de carnaúba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 92-99, jan./mar. 2009.

[52] OZCAN, M. M. Some nutritional characteristics of kernel and oil of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Oleo Science**, v. 59, n. 1, p. 1-5, 2010. DOI: https://doi.org/10.5650/jos.59.1.

[53] PADILHA, V. M.; ROLIM, P. M.; SALGADO, S. M.; LIVERA, A. S.; ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, N. B.

Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 735-740, 2010.

[54] PEIXOTO, A. R. **Plantas oleaginosas herbáceas**. São Paulo: Nobel, 1972. 171 p.

[55] PHAM-HUY, L. A.; HE, H.; PHAM-HUY, C. Free radicals, antioxidants in disease and health. **International Journal of Biomedical Science**, v. 4, n. 2, p. 89-96, Jun. 2008. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3614697/pdf/IJBS-4-89.pdf. Acesso em: 17 nov. 2022.

[56] PIEZAK, M.; KERNER JR, J. A. Celiac disease, wheat allergy, and gluten sensitivity: when gluten free is not a fad. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**. v. 36, p.68S-75S, Jan. 2012. DOI: https://doi.org/10.1177/0148607111426276.

[57] POLETTO, B. de O.; SANTOS, R. D. dos; RIBEIRO, E. T.; BRONDANI, F. M. M.; RACOSKI, B. Avaliação físico-química do bolo de chocolate modificado. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 77–91, 2015. DOI: https://doi.org/10.31072/rcf.v6i2.350. Disponível em: https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/350. Acesso em: 31 jul. 2024.

[58] PRETTI, T. **Tecnologia para produção de extrato aquoso de amendoim e elaboração de produto fermentado**. 2010. 71f. Dissertação (Mestrado em Alimentação e Nutrição – Área Ciências dos Alimentos) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, SP, 2010.

[59] RÉGIS, B. M. C. **Efeito do óleo de coco na regulação da composição corporal, lipemia, glicemia e gasto energético em homens obesos**. 2014, 83f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro, RJ, 2014.

[60] RESENTE, G. C. **Formulação e avaliação de fermentos químicos para pré mistura de bolo**. 2007. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.

[61] RODRIGUES, L. **Avaliação da qualidade de vida de crianças celíacas em uso de dieta isenta de glúten:** um estudo de caso controle. 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007. Disponível em: http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12970. Acesso em: 21 nov. 2022.

[62] SANDERS, T. H.; McMICHAEL JR, R. W.; HENDRIX, K. W. Occurrence of resveratrol in edible peanuts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 4, p. 1243-1246, 2000. DOI: https://doi.org/10.1021/jf990737b.

[63] SANTOS, A. Cacau, chocolate e risco cardiovascular. **Revista Factores de Risco**, n. 21, p. 12-17, abr.-jun., 2011. Disponível em: https://sigarra.up.pt/fcnaup/en/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=47392.

[64] SHORTER, R.; PATANOTHAI, A. *Arachis hypogaea* L. *In*: VAN DER MAESEN, L. J. G.; SOMAATMADJA, S. (Ed.). **Plant resources of South-East Asia nº 1: Pulses**. Bogor, Indonesia: PROSEA Foundation, 1989. Disponível em: https://prosea.prota4u.org/view.aspx?id=3306. Acesso em: 18 nov. 2022.

[65] SILVA, A. S. S. Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães confeccionados com diferentes quantidades de yacon. *In*: SILVA, A. S. S. **A raiz da yacon (*Smallanthus sonchifollius* Poepping & Endlicher) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial**. 2007. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007. cap. 3, p. 101-131.

[66] SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 94-103, fev. 1999. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-40421999000100016.

[67] SOBOLEV, V. S; COLE, R. J. Trans-resveratrol content in commercial peanuts and peanut products**.** **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 4, p. 1435- 1439, 1999. DOI: https://doi.org/10.1021/jf9809885.

[68] SOUCI, S. W.; FACHMAN, W.; KRAUT, H. **Food composition and nutrition tables**. 6 ed. Stuttgart: Medpharm, 2000.

[69] TBCA. Tabela Brasiliera de Composição de Alimentos. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2023. Disponível em: http://www.fcf.usp.br/tbca. Acesso em: 17 nov. 2022.

[70] TOKUSOGLU, O.; UNAL, M. K.; YEMIS, F. Determination of the phytoalexin resveratrol (3,5,4' trihydroxystilbene) in peanuts and pistachios by high-performance liquid chromatographic diode array (HPLC-DAD) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 12, p. 5003-5009, Jun. 2005. DOI: https://doi.org/10.1021/jf050496+

[71] WOLLGAST, J.; ANKLAN, E. Polyphenols in chocolate: is there a contribution to human health? **Food Research International**, v. 33, n. 6, p. 449-459, Jul. 2000. DOI: https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00069-7

Capítulo 10

Impacto dos processos de secagem nos aspectos sensoriais da banana

Amanda Aparecida de Lima Santos
Jefferson Luiz Gomes Corrêa
Natália de Oliveira Souza
Gilson Gustavo Lucinda Machado
Leandro Levate Macedo

Resumo: A banana é um fruto amplamente cultivada devido aos seus benefícios nutricionais e praticidade de consumo. No entanto, é um fruto climatérico e, para aumentar sua vida útil, deve passar por um processamento. Isto também evita perdas pós-colheitas e facilita o armazenamento. A secagem é amplamente utilizada para conservação de alimentos. Porém, causa transformações físicas, químicas e sensoriais. O controle das condições de secagem ajuda na uniformidade da qualidade do produto final. Este capítulo aborda como a secagem afeta os principais aspectos sensoriais da banana. Altas temperaturas impactam nos atributos como cor, textura, sabor e aroma. A análise demonstra que o escurecimento ocorre por reações enzimáticas e não enzimáticas, influenciando a aparência do fruto seco. A textura varia conforme a temperatura e o método de secagem, com produtos liofilizados apresentando maior crocância e porosidade. Compostos voláteis, cruciais para o sabor e o aroma, são reduzidos em processos à altas temperaturas, enquanto métodos como liofilização preservam melhor estas características. A seleção adequada do método de secagem é vital para atender às expectativas dos consumidores e manter o valor sensorial e nutricional do produto.

Palavras-Chave: desidratação, conservação de alimentos, qualidade pós-colheita, transformações físico-químicas.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Yang *et al*. (2020), após o arroz, o trigo e o milho, a banana ocupa uma posição de destaque entre os principais alimentos, tornando-se a quarta maior cultura. É considerada um dos frutos tropicais e subtropicais mais populares do mundo, plantada em mais de 130 países, com mais de mil variedades diferentes (Martínez *et al*., 2023). No ano de 2022, os vinte principais países produtores de bananas produziram 62,1 milhões de toneladas, sendo a Índia a maior produtora (34,5 milhões de toneladas). No ranking dos dez maiores produtores, encontra-se também China, Indonésia, Nigéria, Brasil, Equador, Filipinas, Angola, República Unida da Tanzânia e México (FAOSTAT, 2022). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2023 foram produzidas no Brasil 6.825.724 toneladas de bananas, com valor da produção de mais de R$13 milhões.

A banana (*Musa* spp.) é uma fruta com baixo teor de gordura, alto valor energético, considerada rica em vitaminas A, B1, B2 e C, sais minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio e, outros em menor quantidade. Apresenta um conjunto característico de compostos bioativos que caracterizam sua capacidade antioxidante como fenólicos, carotenoides, flavonoides, aminas biogênicas e, em menor quantidade, fitoesteróis (Rai; Rani; Tripathy, 2022; Singh *et al*., 2016). Também são consideradas fonte de carboidratos como amido resistente e fibras dietéticas (Martínez *et al*., 2023), além de possuírem serotonina, que pode ajudar a prevenir a depressão e promover o relaxamento (Gadhave *et al*., 2023). A Tabela 1 apresenta os dados da composição da banana segundo alguns autores.

Tabela 1. Composição da banana

Componente	Taco (2011)	Takougnadi, Boroze e Azouma (2020)	Kumari, Gaur e Tiwari (2023)
Energia (kJ)	411	-	-
(g/100g)			
Umidade	71,9	73,11	77,19
Proteína	1,3	4,24	0,3
Lipídeos	0,1	-	-
Carboidratos	26,0	-	22,1
Fibra alimentar	2,0	-	-
Cinzas	0,8	4,21	0,1
(mg/100g)			
Ácido ascórbico	-	103,41	-
Potássio	-	-	308,42
Fósforo	-	-	15,29
Cálcio	8,0	-	4,7
Magnésio	26,0	-	-
Cobre	-	-	0,025 – 0,186
Zinco	-	-	0,11 – 0,24
Ferro	-	-	0,19 – 0,41

A banana se destaca como o fruto tropical mais consumido no mundo devido ao seu valor nutritivo, a sua versatilidade em modo de consumo, seja processada, frita, cozida ou fresca, a sua qualidade, sabor, aroma e as condições higiênicas que proporcionam praticidade e facilitam o seu consumo *in natura* (Farias *et al*., 2020). No entanto, é uma fruta climatérica que produz elevados níveis de etileno após sua colheita, acelerando o

seu amadurecimento. Portanto, após a colheita, as bananas sofrem alterações físico-químicas devido a degradação dos polifenóis e a quebra de clorofila, que ocasionam mudanças significativas na textura, nos atributos sensoriais e nos componentes nutricionais (Farias *et al*., 2020; Yang *et al*., 2020).

Após sua colheita, as bananas possuem vida útil curta e alta umidade, com cerca de 80% de água, tornando-as propensas à deterioração e perdas após a colheita. O processamento das bananas, especialmente a secagem, é fundamental para reduzir estes desperdícios. A secagem reduz a umidade dos alimentos, permitindo armazenamento prolongado, evitando o crescimento de micro-organismos e diminuindo danos. Além de aumentar a vida útil dos produtos e disponibilizar alimentos fora de sua estação, reduzir custos de embalagem, armazenamento e transporte (Abd El-Wahhab *et al*., 2023; Macedo *et al*., 2020).

A temperatura é um fator crucial na operação de secagem. Temperaturas elevadas são frequentemente usadas para acelerar a taxa de secagem. No entanto, alteram as propriedades da banana, resultando em mudanças na cor, sabor, textura e tamanho, além da perda de compostos voláteis e alteração do valor nutricional (Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019; Thuwapanichayanan *et al*., 2011).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. COR

Processos térmicos frequentemente resultam em mudanças na coloração natural de alimentos, especialmente em frutos e vegetais, que contêm altos níveis de água, carboidratos, proteínas e lipídios (Alam *et al*., 2023). A cor dos produtos secos é um fator crucial para a aceitação dos consumidores, pois a aparência visual é o primeiro critério de qualidade que eles avaliam. Além disto, a cor pode indicar a presença de nutrientes e pigmentos como carotenóides, fenóis, flavonóides, clorofila e betalaínas. As mudanças de cor nos alimentos resultam de reações de escurecimento e degradação dos pigmentos, servindo como um indicativo das alterações químicas que ocorrem em frutos e vegetais (Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019).

A banana é rica em açúcares redutores e proteínas, contribuindo para o escurecimento não enzimático, e contém muitas enzimas endógenas, contribuindo para o escurecimento enzimático. Assim, durante o processo de secagem da banana, tanto o escurecimento enzimático quanto o não enzimático acontecem (Sarpong *et al*., 2018).

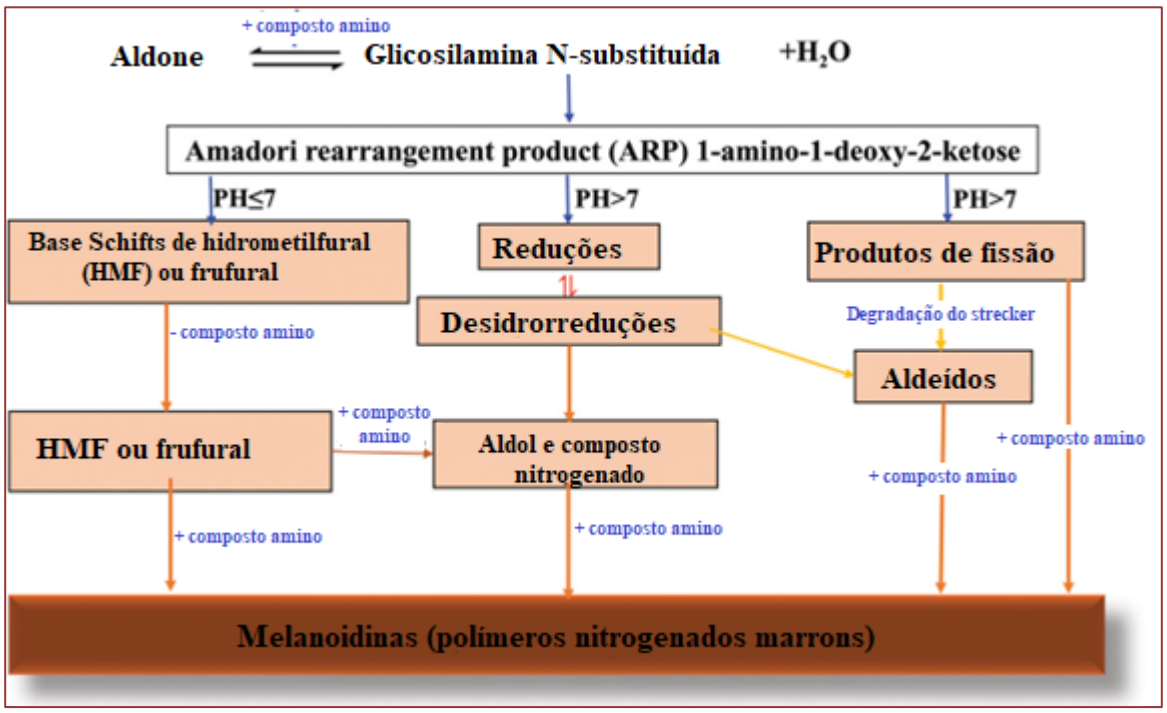
O escurecimento enzimático em bananas é provocado pela ação de enzimas endógenas como polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD). A PPO converte fenóis livres em quinonas, que por meio de polimerização, gera pigmentos de melanina escura, geralmente produtos marrons. Enquanto a POD participa de diversas reações, incluindo a oxidação de lipídios e fenóis, gerando também gera pigmentos de melanina escura (Gadhave *et al*., 2023; Gu *et al*., 2021; Milani; Jouki; Rabbani, 2020).

O escurecimento não enzimático, por sua vez, é promovido pelo aquecimento e abrange várias reações químicas, incluindo a reação de Maillard, a caramelização e a oxidação de fenóis (Sarpong *et al*., 2018). Estudos de secagem de banana enfatizam o efeito da reação de Maillard no escurecimento das amostras. Durante a secagem, essa reação é mais intensa em temperaturas mais altas (Gadhave *et al*., 2023; Macedo *et al*., 2020; Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019), mas o tempo de exposição também influencia a quantidade de pigmentos formados (Macedo *et al*., 2020).

A reação de Maillard é uma das mais comuns reações de escurecimento não enzimático que ocorre durante o aquecimento de alimentos contendo açúcares redutores e proteínas. Descoberta pelo químico francês LC Maillard em 1912, a reação envolve a formação de pigmentos marrom-escuros, conhecidos como melanoidinas e modifica várias características dos alimentos como sabor, aroma, cor e valor nutricional. É uma reação de condensação que ocorre entre o grupo amino livre de aminoácidos, peptídeos ou proteínas e o grupo carbonila de açúcares redutores. Esta reação envolve principalmente aldeídos, cetonas, açúcares redutores e aminoácidos, resultando na formação de substâncias altamente ativas como melanoidinas, cetonas redutoras, aldeídos e compostos heterocíclicos, que influenciam na cor e sabor do produto final (Liu *et al*., 2020).

A reação de Maillard (Figura 1) começa com a formação de uma ligação covalente entre açúcares redutores e um grupo amino livre, produzindo uma base de Schiff instável. Esta base passa por um processo de ciclização, formando produtos de condensação mais estáveis, conhecidos como produtos de rearranjo de Amadori (ARPs) ou produtos de rearranjo de Heyns (HRPs), dependendo do tipo de açúcar. No estágio intermediário, a degradação dos ARPs e HRPs é influenciada pelo pH. Em pH ≤ 7,0, os ARPs se transformam principalmente em hidroximetilfurfural. Em pH > 7,0, predominam produtos como 4-hidroxi-5-metil-2,3-dihidrofuran-3-ona e compostos de fissão como acetol, diacetil e piruvaldeído. Esses intermediários altamente reativos participam de reações adicionais que produzem compostos coloridos de baixo peso molecular e melanoidinas. A fragmentação de ARPs, bases de Schiff e açúcares leva à formação de compostos dicarbonílicos reativos com aminoácidos, gerando acetaldeído e l-aminocetona através da reação de degradação de Strecker. No estágio final, reações de condensação de aldol e aldeído-amina, juntamente com produtos da degradação de Strecker, resultam na formação de polímeros nitrogenados marrons, conhecidos como melanoidinas (Liu et al., 2020).

Figura 1. Diagrama ilustrativo da reação de Maillard



Fonte: Liu *et al.* (2020).

Abd El-Wahhab *et al.* (2023) verificaram que as bananas apresentaram aumento do índice de escurecimento após a secagem em diferentes métodos. Bananas secas ao sol apresentaram maiores alterações que às secas com ar aquecido por energia solar, porém com controle da temperatura. O escurecimento enzimático pode ser mais controlado quando a secagem ocorre a altas temperaturas no início do processo devido à inativação rápida das enzimas, à redução da atividade de oxidação, à formação de uma crosta protetora e ao menor tempo de exposição. No entanto, a elevada entrada de energia pode causar escurecimento não enzimático no processo de secagem, o que faz com que as bananas secas em túnel solar apresentem melhor qualidade do que as secas ao sol. No início da secagem, o uso de temperaturas mais baixas mantém a superfície do produto úmida por mais tempo do que ao se usar altas temperaturas, favorecendo o escurecimento enzimático, uma vez que a polifenol oxidase (PPO) permanecem ativas e podem interagir com os compostos fenólicos, levando ao escurecimento.

Um dos principais parâmetros que afeta a cor das bananas seca é a temperatura do processo de secagem (Abd El-Wahhab *et al.*, 2023; Gadhave *et al.*, 2023; Macedo *et al.*, 2020; Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019). Em temperaturas mais altas, os parâmetros L^* e a^* mostraram maior luminosidade e tendência ao vermelho. Em contraste, a banana seca a uma temperatura mais baixa apresentou menor valor de L^*, indicando menor luminosidade e uma cor mais escura devido ao aumento do tempo de secagem (Macedo *et al.*, 2020; Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019).

O valor de L^* diminui ao longo do processo de secagem, indicando que as amostras de banana ficaram mais escuras. Simultaneamente, o valor de a^* aumenta moderadamente, o que sugere que as bananas se tornaram mais avermelhadas com o tempo de secagem. A redução na luminosidade pode ser atribuída à destruição de pigmentos sensíveis ao calor,

levando à formação de compostos escuros (Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019).

O parâmetro a^* tem um impacto menor na mudança total de cor, enquanto L^* foi o principal parâmetro responsável pela evolução da cor da banana durante a secagem (Gadhave *et al*., 2023; Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019). Os parâmetros b^*, C^* e H° seguiram tendência semelhante, com maiores valores em temperatura mais altas, resultando em uma cor mais amarela, maior saturação e tonalidade mais pronunciada (Gadhave *et al*., 2023; Macedo *et al*., 2020). Independente da temperatura de secagem, a taxa de variação de ΔE^* foi alta durante as fases iniciais da secagem, e depois diminuiu nas fases posteriores (Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019).

De acordo com Gadhave *et al*. (2023), bananas secas a 60 °C ou em temperaturas menores, terão uma conservação maior da sua cor natural, o que é altamente valorizado pelos consumidores e adequado para diversas aplicações de processamento. Baini e Lângir (2009) descreveram que a taxa de formação de escurecimento em bananas é alta durante os estágios iniciais de secagem (até 5 horas), sendo reduzida nos estágios posteriores. Aqueles autores observaram também que o escurecimento elevado pode estar relacionado ao teor de umidade, já que a água é um dos componentes envolvidos na reação de Maillard, resultando em melanoidinas. Os dados encontrados no estudo sugerem que a taxa de formação de escurecimento diminui com o aumento do tempo de secagem e com a redução do teor de umidade, além de indicarem que o teor de açúcar nas bananas pode limitar a formação de escurecimento.

Segundo Alam *et al.* (2023), os estudos de secagem realizados por liofilização oferecem vantagens significativas em relação à qualidade visual dos alimentos secos, especialmente em termos de retenção da cor e brilho. Esse método, ao operar em baixas temperaturas, evita reações como a Maillard e a caramelização, que são comuns em processos térmicos mais intensos, como a secagem por ar quente. Além disto, protege os pigmentos naturais, permitindo que a cor original do alimento seja mais bem preservada.

Para prevenir o escurecimento enzimático em frutas e vegetais, processos térmicos convencionais e tratamentos químicos são utilizados para desativar as enzimas (Gu et al., 2021). Estudo realizado por Dandamrograk, Mason e Young (2002), avaliando o efeito dos pré-tratamentos sobre a taxa de secagem e a qualidade de bananas passas, demonstrou que a coloração das bananas passas varia conforme os pré-tratamentos aplicados nos frutos. Segundo os autores, os frutos submetidos ao pré-tratamento de branqueamento seguido de desidratação apresentam colorações mais claras, indicando que o branqueamento é eficaz na prevenção do escurecimento enzimático.

Tratamentos anteriores à secagem como imersão em ácido cítrico e ácido ascórbico resultam em bananas mais claras após o processo de secagem (Gadhave *et al*., 2023; Milani; Jouki; Rabbani, 2020). As propriedades quelantes do ácido cítrico ajudam a preservar a cor do produto (Gadhave *et al*., 2023). O ácido ascórbico ajuda a prevenir o escurecimento enzimático ao inibir a ação das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD). O ácido ascórbico age reduzindo as quinonas formadas de volta a compostos fenólicos, evitando que elas participem da formação dos pigmentos escuros e, assim, mantendo a cor original dos alimentos (Milani; Jouki; Rabbani, 2020).

2.2. ENCOLHIMENTO

A remoção da água das células da banana durante sua secagem provoca a contração da matriz viscoelástica do fruto, que se ajusta ao espaço anteriormente ocupado pela água, ocorrendo alterações significativas na forma, volume e área superficial do fruto. A ruptura nas paredes celulares afeta a distância de difusão da umidade, que se move de dentro para fora. Esse fenômeno, conhecido como encolhimento, também influencia a qualidade final dos frutos secos e a sua aceitação pelos consumidores (Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019).

A retração da banana diminui com o aumento da temperatura de secagem. Esse resultado deve-se ao fato de temperaturas mais altas causarem a ruptura dos tecidos internos e a formação de poros maiores, o que afeta o encolhimento das fatias de banana. Além disto, em temperaturas mais elevadas, o menor teor de umidade na superfície externa induz uma transição borracha-vítrea, resultando na formação de uma crosta rígida na superfície que auxilia no controle do tamanho das amostras. A velocidade do ar não apresentou influência significativa no encolhimento (Amer; Azam; Saad, 2023; Seyedabadi; Khojastehpour; Abbaspour-Fard, 2019).

Além dos estudos constatarem encolhimento da banana após secagem, alguns estudos apontam que o encolhimento não é isotrópico, ocorrendo diferentes encolhimentos nas direções axiais e radiais (Corrêa et al., 2012; Granella; Bechlin; Christ, 2022; Puangsuwan *et al*., 2021).

2.3. SABOR E AROMA

De acordo com Rajoriya, Bhavya e Hebbar (2023), as bananas possuem vários compostos voláteis, sendo ésteres, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas e benzenos, conforme apresentado na Tabela 2. Entretanto, o estádio de maturação da banana pode afetar a fração de cada componente volátil (Thuwapanichayanan *et al*., 2011). Os ésteres predominantes, como acetato de isoamila, acetato de isobutila, acetato de butila, butirato de isoamila, acetato de 2-pentila e isovalerato de isoamila, estão associados ao sabor (Rajoriya; Bhavya; Hebbar, 2023).

Tabela 2. Compostos identificados na banana e seus respectivos sabores/aroma

Composto identificado	Sabor/aroma
Ácido 3-hexenóico, (E)-	Queijo, verde
Ácido dodecanóico	Gorduroso
Ácido n-hexadecanóico	Ceroso, gorduroso, cremoso
Ácido cis-vacênico	Gorduroso
Acetato de butilo	Frutado
Acetato de isobutila	Doce, banana, frutado
Acetato de 2-pentanol	Noz, verde, mofado, herbal
Acetato de isoamila	Doce, frutado
Butirato de isobutila	Doce, frutado
Butirato de butila	Doce, fresco, frutado, gorduroso
Butirato de 2-pentila	Doce, frutado
Ácido acético, éster 1,4-dimetilpent-4-enílico	Azedo
2-Heptanol, acetato	Frutado
Butirato de isoamila	Doce, frutado, verde
Valerato de isopentila	Frutado, verde
Isovalerato de isoamila	Frutado

Tabela 2. Compostos identificados na banana e seus respectivos sabores/aroma (continuação)

Composto identificado	Sabor/aroma
Butirato de hexila	Verde, doce, frutado
3-Octen-1-ol, acetato, (Z)-	Gorduroso, frutado, herbal
Acetato de 9-decen-1-il	Floral
Ácido butanóico, éster 1-metilhexílico	Frutado, verde
Isovalerato de hexila	Verde frutado
Iso-butirato de cis-3-hexenil	Frutado
Ácido hexanóico, 3-hidroxi-, éster etílico	Frutado, doce, verde
Acetato de trans-2-heptenila	Frutado
Etanol	Alcoólico
3-Hexanol, 4,4-dimetil	Alcoólico, verde, frutado
2-Decen-1-ol	Ceroso, cítrico, gorduroso
3-Octen-1-ol, (Z)-	Gorduroso, frutado
5-Octen-1-ol, (Z)-	Verde, frutado
2-Pentanona	Frutado
2-Octanona	Terroso, verde, mofado, frutado
Isovaleraldeído	Frutado
Hexanal	Aldeídico, frutado, verde, gorduroso
Eugenol	Doce, picante, amadeirado
Elemicina	Frutado

Fonte: Rajoriya, Bhavya e Hebbar (2023).

Os álcoois e compostos de carbonila também contribuem para o sabor de banana. Além dos ésteres, tem-se influência de álcoois, cetonas, benzenos e aldeídos presentes na banana no seu sabor e aroma (Rajoriya; Bhavya; Hebbar, 2023). De acordo com Saha *et al*. (2018), como todos estes compostos desempenham papéis importantes no aroma e sabor, a sua retenção ou perda durante o processo de secagem, sem dúvida, causam alterações no perfil aromático e no sabor.

Os compostos responsáveis pelo sabor possuem volatilidade relativamente alta em comparação com a água, evaporando mais rapidamente quando expostos a temperaturas elevadas. Assim, o calor aplicado durante a secagem de frutas e vegetais tende a reduzir a concentração de compostos voláteis. Além disto, a autoxidação de ácidos graxos insaturados e do início das reações de Maillard pode resultar em novos compostos que apresentem aromas. Portanto, a preservação do aroma é influenciada pela temperatura de secagem, bem como pela composição e estrutura do produto (Saha *et al*., 2018).

Em experimentos de secagem convectiva de banana em temperaturas maiores que 70ºC, os compostos que apresentam as maiores reduções foram o acetato de isoamila e o butanoato de isobutila. Esses compostos, com menor peso molecular, tendem a ter maior volatilidade e, portanto, tem seu teor reduzido mais facilmente durante a secagem, em comparação com compostos de maior peso molecular (Thuwapanichayanan *et al*., 2011).

O processo de secagem influencia de forma significativa o perfil de sabor de banana. As frações voláteis, particularmente os ésteres, nas amostras secas por ar quente (90 °C, 0,5 m/s), infravermelho e janela de refração assistida por infravermelho distante a 50 e 60 °C foram estudadas por Rajoriya, Bhavya e Hebbar (2023). Entre os ésteres, o butirato de isoamila, o acetato de isoamila e o butirato de isobutila, que possuem sabor doce e frutado, foram mais bem preservados nas amostras de banana seca pelo método infravermelho e janela de refração assistida por infravermelho em comparação com a secagem por ar

quente. Metilcetonas, como 2-pentanona e 2-octanona, que contribuem para sabor frutado e similares à banana, foram detectadas em todas as amostras.

Compostos típicos que conferem o aroma de banana, como butirato de isoamila, acetato de isoamila, acetato de 2-pentanol, butirato de 2-pentila, acetato de butila, (Z)-3-Octen-1-ol e (Z)-5-Octen-1-ol, também foram identificados neste estudo. Eugenol e elemicina, que estão associados a aromas encorpados, suaves, doces, fenólicos e picantes, bem como o ácido n-hexadecanóico e o ácido cis-vacênico, que possuem aroma gorduroso, foram encontrados em maiores concentrações nas amostras de banana madura processadas. Notavelmente, o isovaleraldeído foi detectado apenas nas amostras secas por ar quente, possivelmente formado durante a reação de Maillard devido ao aquecimento prolongado (Rajoriya; Bhavya; Hebbar, 2023).

Os resultados do estudo de Rajoriya, Bhavya e Hebbar (2023) sugerem que a combinação de temperatura e duração da secagem teve um impacto significativo no perfil volátil das amostras de banana. Portanto, os resultados indicam que os compostos de sabor, especialmente ésteres e álcoois, podem ser preservados de forma significativa usando os métodos de secagem infravermelho ou janela de refração assistida por infravermelho. Além disto, devido a hidrólise de polissacarídeos para monossacarídeos, à medida que a temperatura de secagem aumenta, pode-se ter um aumento no teor de açúcar redutor nas bananas. Os açúcares redutores nas bananas desidratadas predominam sobre os açúcares não redutores, resultando em um aumento na doçura do produto. Ademais, durante a secagem da banana, ocorre a hidrólise de compostos como amido e frutanos, resultando na formação de açúcares simples, contribuindo também para o aumento da doçura (Macedo *et al*., 2020). Entretanto, segundo Abd El-Wahhab *et al*. (2023), as fatias de banana secas apresentaram uma diminuição na concentração de açúcar. Essa redução pode estar relacionada ao tempo de secagem muito longo (8 – 10 h), que pode desencadear reações de escurecimento como a reação de Maillard, na qual açúcares redutores se ligam a aminoácidos, resultando em uma redução dos açúcares totais.

A acidez também desempenha um papel crucial na qualidade sensorial das bananas, afetando a percepção tanto da acidez quanto da doçura. Ela regula a atividade enzimática e ajuda na conservação do produto (Macedo *et al*., 2020). Abd El-Wahhab *et al*. (2023) constataram que as bananas secas apresentaram maior acidez, se comparada a fresca. A temperatura de secagem influencia na acidez, Macedo *et al*. (2020) encontraram que maior temperatura resultou em menor acidez, variando entre 1,038 e 1,585% (g de ácido málico por 100 g de amostra).

Mui, Durance e Scaman (2002) secaram bananas por métodos diferentes (secas ao ar, vácuo pro micro-ondas e liofilizadas) para produção de chips. Entre os métodos de secagem avaliados, a liofilização foi identificada como o mais eficaz para manter os compostos voláteis em chips de banana. A baixa temperatura característica da liofilização desempenha um papel crucial na manutenção dessas propriedades sensoriais, evitando a degradação de compostos voláteis e pigmentos (Alam *et al,* 2023; Mui; Durance; Scaman, 2002). De acordo com Alam *et al.* (2023), farinhas de banana obtidas pelo método de liofilização apresentaram maior preservação de sabor, aroma e coloração natural em comparação com outros métodos de secagem.

A teoria do aprisionamento de microrregiões explica como os compostos voláteis são retidos durante esse processo. De acordo com essa teoria, durante o congelamento das fatias de banana, a água cristaliza e forma microrregiões com soluções concentradas de compostos aromáticos e carboidratos. À medida que a secagem avança, a umidade dentro

dessas microrregiões diminui e os carboidratos se associam através de ligações de hidrogênio, o que reduz a perda de compostos voláteis. Quando a umidade local atinge um nível crítico, a microrregião se sela e a perda de voláteis cessa. No entanto, alguma perda de água ainda pode ocorrer devido ao tamanho reduzido das moléculas de água. A retenção de compostos voláteis nos chips de banana liofilizados foi alta para a maioria dos compostos, com exceção do hexanoato de metila, cuja alta volatilidade relativa pode explicar sua menor retenção (Mui; Durance; Scaman, 2002).

2.4. TEXTURA

A dureza de produtos desidratados é um atributo essencial de qualidade e pode ser descrita como a força necessária para provocar uma certa deformação do material. Este parâmetro é avaliado por meio de instrumentos que possuem uma forte correlação com a dureza percebida de forma sensorial.

A secagem provoca danos consideráveis à estrutura física dos produtos, causando alterações na forma, perda de volume e encolhimento, o que resulta em um aumento na dureza. No caso das bananas secas, a dureza foi influenciada pela temperatura de secagem, sendo que temperaturas mais elevadas levaram a amostras mais duras. Portanto, bananas secas em menores temperaturas, apresentam textura mais macia (Macedo *et al*., 2020).

Alimentos secos ao ar ou a vácuo tendem a ter menor porosidade e paredes celulares mais densas, o que aumenta a dureza e dificulta a reidratação (Oikonomopoulou; Krokida; Karathanos, 2013). Durante o processamento por liofilização com micro-ondas, a dureza diminui com o aumento da potência, devido à formação de uma estrutura mais expansiva. O aumento do teor de açúcar também facilita a expansão, reduzindo a dureza (Jiang; Zhang; Mujumdar, 2010). Bananas secas a 40°C apresentaram maior dureza devido à formação de regiões cristalinas de amido, enquanto aquelas secas a 70°C mostraram menor dureza por apresentarem uma estrutura porosa que facilita a deformação (Khawas *et al*., 2015).

Segundo Nguyen, Tran e Phan (2023), as mudanças na textura pela operação de secagem podem ser atribuídas a processos como a gelatinização do amido, a cristalização da celulose e tensões internas geradas por variações localizadas no teor de umidade. Esses fatores resultam em rupturas e compressões que provocam deformações permanentes nas células vegetais, contribuindo para o desenvolvimento de uma textura áspera.

Crocância refere-se à textura que se rompe facilmente sob pressão, geralmente acompanhada por um som característico durante a mastigação. É uma característica desejável em muitos produtos desidratados, como batatas chips e biscoitos (Grizotto et al., 2003). No processamento por liofilização com micro-ondas, a pressão interna do vapor cria vazios que conferem crocância à estrutura dos chips (Jiang; Zhang; Mujumdar, 2010). Produtos liofilizados apresentam maior porosidade e crocância em comparação aos secos ao ar ou a vácuo, que possuem estrutura mais densa (Oikonomopoulou; Krokida; Karathanos, 2013).

A crocância aumenta com a elevação da potência das micro-ondas e do teor de açúcar, pois esses fatores promovem a expansão da estrutura e a formação de poros, diminuindo a resistência ao rompimento (Jiang; Zhang; Mujumdar, 2010). Além disso, a estrutura alimentar afeta a forma como o alimento quebra na boca e a liberação do sabor. Amostras de banana liofilizadas com maior área de superfície foram percebidas como mais doces.

Isso sugere que uma maior área de superfície intensifica a percepção dos sabores doce e salgado. Produtos com alta porosidade têm uma superfície interna maior, o que faz com que as papilas gustativas percebam mais intensamente os sabores durante a mastigação. Amostras com poros na faixa de 10 a 28 µm podem intensificar a percepção de sabor, pois a aspereza da língua é em torno de 20 µm (Oikonomopoulou; Krokida; Karathanos, 2013).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A secagem transforma os principais atributos sensoriais da banana, resultando em um produto com sabor mais concentrado e doce, aroma menos intenso e frutado, textura seca e crocante, e aparência modificada em comparação à fruta fresca. O método de secagem escolhido exerce influência direta nas características finais do produto, afetando o sabor, o aroma, a textura e a cor. Assim, a seleção do método de secagem deve considerar tanto a conservação e a qualidade quanto as preferências sensoriais do público-alvo, garantindo que aparência, textura, sabor e aroma atendam às expectativas. Controlar as condições do processo é essencial para manter as qualidades sensoriais desejadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - processo nº 88887.705821/2022-0, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - processo nº 314191/2021-6, e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

[1] ABD EL-WAHHAB, Gomaa G. *et al.* Effect of Pre-Treatments on the Qualities of Banana Dried by Two Different Drying Methods. *Sustainability (Switzerland)*, v. 15, n. 20, p. 1–18, 2023.

[2] AHMED, Ishfaq; QAZI, Ihsan Mabood; JAMAL, Suraiya. Developments in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetables. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 34, p. 29–43, 2016.

[3] ALAM, Mahfujul *et al*. Quality attributes of the developed banana flour: Effects of drying methods. *Heliyon*, v. 9, n. 7, 2023.

[4] AMER, Baher M.A.; AZAM, Mostafa M.; SAAD, Abdel Gawad. Monitoring Temperature Profile and Drying Kinetics of Thin-Layer Banana Slices under Controlled Forced Convection Conditions. *Processes*, v. 11, n. 6, 2023.

[5] BAINI, R.; LANGRISH, T. A. G. Assessment of colour development in dried bananas- measurements and implications for modelling. *Journal of Food Engineering*, v. 93, p. 177-182, 2009.

[6] CORRÊA, Jefferson Luiz Gomes *et al*. The influence of ethanol on the convective drying of unripe, ripe, and overripe bananas. *Drying Technology*, v. 30, n. 8, p. 817-826, 2012.

[7] DANDAMRONGRAK, Rak; MASON, Richard; YOUNG, Gordon. The effect of pretreatments on the drying rate and quality of dried bananas. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 38, p.877-882, 2003.

[8] FARIAS, Raimundo Pereira De *et al.* Estudo teórico e experimental da secagem de banana inteira em estufa. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, p. e56991110093, 2020.

[9] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Countries by commodity. 2022. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em: 11 nov. 2024.

[10] GADHAVE, Ram Kaduji *et al.* Dehydration kinetics of green banana slices, characterization of optimized product based on physicochemical, nutritional, optical, and sensory attributes. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, v. 11, n. 6, p. 82–93, 2023.

[11] GRANELLA, Suian José; BECHLIN, Taise Raquel; CHRIST, Divair. Moisture diffusion by the fractional-time model in convective drying with ultrasound-ethanol pretreatment of banana slices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 76, n. January, 2022.

[12] GRIZOTTO, Regina Kitagawa; MENEZES, Hilary Castle de. Avaliação da aceitação de" chips" de mandioca. *Food Science and Technology*, v. 23, p. 79-86, 2003.

[13] GU, Yuxiang *et al.* Cold plasma enzyme inactivation on dielectric properties and freshness quality in bananas. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 69, n. February, p. 102649, 2021.

[14] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção de banana. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/banana/br>. Acesso em 11 nov. 2024.

[15] JIANG, Hao; ZHANG, Min; MUJUMDAR, Arun S. Microwave freeze-drying characteristics of banana crisps. *Drying Technology*, v. 28, n. 12, p. 1377–1384, 2010.

[16] KHAWAS, Prerna *et al.* Drying characteristics and assessment of physicochemical and microstructural properties of dried culinary banana slices. *International Journal of Food Engineering*, v. 11, n. 5, p. 667–678, 2015.

[17] KUMARI, Payal; GAUR, Supriya S.; TIWARI, Ravindra K. Banana and its by-products: A comprehensive review on its nutritional composition and pharmacological benefits. *eFood*, v. 4, n. 5, 2023.

[18] LIU, Xiang *et al.* Maillard conjugates and their potential in food and nutritional industries: A review. *Food Frontiers*, v. 1, n. 4, p. 382–397, 2020.

[19] MACEDO, Leandro Levate *et al.* Effect of drying air temperature on drying kinetics and physicochemical characteristics of dried banana. *Journal of Food Process Engineering*, v. 43, n. 9, p. 1–10, 2020.

[20] MARTÍNEZ, Sidonia *et al.* Banana Drying: A Review on Methods and Advances. *Food Reviews International*, v. 00, n. 00, p. 1–39, 2023.

[21] MILANI, Alireza; JOUKI, Mohammad; RABBANI, Mohammad. Production and characterization of freeze-dried banana slices pretreated with ascorbic acid and quince seed mucilage: Physical and functional properties. *Food Science and Nutrition*, v. 8, n. 7, p. 3768–3776, 2020.

[22] MUI, Winnie W.Y.; DURANCE, Timothy D.; SCAMAN, Christine H. Flavor and texture of banana chips dried by combinations of hot air, vacuum, and microwave processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, n. 7, p. 1883–1889, 2002.

[23] NGUYEN, V. P.; TRAN, H. X. N.; PHAN, T. L. K. Effect of pre-treatments on qualities and storage life of banana dried by using solar dryer dome. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2023. p. 012020.

[24] OIKONOMOPOULOU, V.; KROKIDA, M.; KARATHANOS, V. Influence of Structure on Saltiness and Sweetness of Dehydrated Food Products. *Drying Technology*, v. 31, n. 7, p. 837–847, 2013.

[25] PUANGSUWAN, Kritsada *et al.* Hybrid infrared with hot air drying of Pisang-Awak banana: Kinetics and shrinkage quality. *Journal of Food Process Engineering*, v. 44, p. e13827, 2021.

[26] QAMAR, Sadia; SHAIKH, Azizuddin. Therapeutic potentials and compositional changes of valuable compounds from banana- A review. *Trends in Food Science and Technology*, v. 79, n. June 2017, p. 1–9, 2018.

[27] RAI, Robina; RANI, Poonam; TRIPATHY, Punyadarshini Punam. Osmo-air drying of banana slices: multivariate analysis, process optimization and product quality characterization. *Journal of Food Science and Technology*, v. 59, n. 6, p. 2430–2447, 2022.

[28] RAJORIYA, Deependra; BHAVYA, Mysore Lokesh; HEBBAR, Hunglur Umesh. Far infrared assisted refractance window drying: Influence on drying characteristics and quality of banana leather. *Drying Technology*, v. 41, n. 13, p. 2143–2155, 2023.

[29] SAHA, Bithika *et al.* Profile changes in banana flavour volatiles during low temperature drying. *Food Research International*, v. 106, n. January, p. 992–998, 2018.

[30] SARPONG, Frederick *et al.* Influence of anti-browning agent pretreatment on drying kinetics, enzymes inactivation and other qualities of dried banana (Musa ssp.) under relative humidity-convective air dryer. *Journal of Food Measurement and Characterization*, v. 12, n. 2, p. 1229–1241, 2018.

[31] SEYEDABADI, Esmaeel; KHOJASTEHPOUR, Mehdi; ABBASPOUR-FARD, Mohammad Hossein. Online measuring of quality changes of banana slabs during convective drying. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, v. 12, n. 1, p. 111–117, 2019.

[32] SINGH, Balwinder *et al.* Bioactive compounds in banana and their associated health benefits - A review. *Food Chemistry*, v. 206, p. 1–11, 2016.

[33] TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Revista Ampliada NEPA, 4 edição, 2011.

[34] TAKOUGNADI, Essohouna; BOROZE, Tcha Esso Tchamye; AZOUMA, Ouézou Yaovi. Effects of drying conditions on energy consumption and the nutritional and organoleptic quality of dried bananas. *Journal of Food Engineering*, v. 268, n. October 2018, p. 1–9, 2020.

[35] THUWAPANICHAYANAN, Ratiya *et al.* Determination of effective moisture diffusivity and assessment of quality attributes of banana slices during drying. *Lwt*, v. 44, n. 6, p. 1502–1510, 2011.

[36] YANG, Huaiwen *et al.* Drying Applications during Value-Added Sustainable Processing for Selected Mass-Produced Food Coproducts. *Processes*, v. 8, n. 3, 2020.

[37] ZHOU, Yu Hao *et al.* Pulsed vacuum drying of banana: Effects of ripeness on drying kinetics and physicochemical properties and related mechanism. *Lwt*, v. 161, n. June 2021, p. 113362, 2022.

Capítulo 11

Inovação alimentar: desenvolvimento de novos produtos a partir de frutas secas

Amanda Aparecida de Lima Santos
Jefferson Luiz Gomes Corrêa
Jhenifer Cristina Carvalho Santos
Guilherme Mathias Lopes
Leandro Levate Macedo

Resumo: O desenvolvimento de novos produtos a partir de frutas secas combina inovação, saúde e sustentabilidade. A secagem é amplamente utilizada para conservar alimentos, reduzir perdas e ampliar a disponibilidade sazonal. Além de prolongar a vida útil das frutas, o produto seco apresenta alta concentração de nutrientes como fibras, vitaminas e antioxidantes. O estudo destaca a criação de produtos inovadores, incluindo barras de cereais, snacks, pós culinários e filmes comestíveis, utilizando frutas secas e seus resíduos. Exemplos incluem morangos enriquecidos com isomaltulose, barras com farinha de casca de abacaxi e bombons com frutas asiáticas. O aproveitamento de resíduos como cascas e sementes também promove a sustentabilidade e a valorização de biomas, como o Cerrado. Esta abordagem atende às demandas dos consumidores por alimentos práticos, saudáveis e funcionais, além de contribuir para a redução do impacto ambiental e impulsionar a bioeconomia.

Palavras-Chave: produtos funcionais, reaproveitamento de resíduos, secagem de frutas.

1. INTRODUÇÃO

O progresso da tecnologia, o aumento da consciência dos consumidores sobre os impactos da nutrição na saúde e a crescente importância atribuída à redução do desperdício de alimentos estão influenciando o curso do desenvolvimento na indústria alimentícia. Até recentemente, os consumidores procuravam por produtos que fossem sensorialmente atraentes e tivessem uma vida útil prolongada, o que resultava no uso frequente de uma variedade de aditivos alimentares, tanto naturais quanto artificiais (Bochnak-Niedźwiecka *et al*., 2022; Kowalska *et al*., 2020).

Atualmente, há uma tendência em direção ao "rótulo limpo", que busca minimizar o uso de substâncias adicionais, ao mesmo tempo em que demanda produtos com qualidade nutricional, de preparo rápido ou prontos para consumo, que oferecem benefícios funcionais por meio da fortificação ou enriquecimento com componentes funcionais (Bochnak-Niedźwiecka *et al*., 2022; Kowalska *et al*., 2020).

A busca constante das pessoas por melhorar sua qualidade de vida é um fator crucial que tem impulsionado a pesquisa e o desenvolvimento de alimentos que promovam o bem-estar físico e mental dos consumidores. Essa tendência incentiva o consumo de alimentos enriquecidos com compostos ativos como vitaminas, minerais, fibras alimentares, óleos, esteróis vegetais e probióticos (Huerta-Vera *et al*., 2017). O crescente interesse por uma alimentação mais saudável tem levado muitas pessoas a incorporar mais frutas em suas dietas. Esses alimentos são fontes significativas de compostos bioativos, particularmente antioxidantes, que são conhecidos por suas propriedades benéficas na prevenção de doenças, como câncer e problemas cardíacos e cardiovasculares (Silva-Espinoza *et al*., 2021).

A secagem de alimentos surge como uma alternativa eficaz para aproveitar as potencialidades das frutas. O principal objetivo da secagem é diminuir o teor de umidade a níveis que minimizam reações de deterioração. Este processo é amplamente utilizado na conservação de alimentos (Kowalska *et al*., 2020; Silva *et al*., 2022; Santos *et al*. 2024a). Dado a crescente demanda e aumento do consumo global desses alimentos, é inviável manter um suprimento anual dessas frutas frescas em todo o mundo. Devido a sazonalidade e para garantir sua disponibilidade, esses produtos são desidratados por diferentes métodos de secagem (Bhattacharjee *et al*., 2024; Llavata *et al*., 2024).

O desenvolvimento de novos produtos a partir de frutas secas oferece uma vasta gama de oportunidades para a criação de alimentos inovadores que combinam praticidade, nutrição, ingredientes naturais e saudáveis, além de sabores únicos. A seguir estão alguns exemplos de novos produtos a partir de frutas secas.

2. VARIEDADE DE FRUTAS SECAS

A crescente demanda por alimentos saudáveis e naturais cria oportunidades para desenvolver produtos que destacam os benefícios nutricionais das frutas secas, como sua alta concentração de vitaminas, minerais e antioxidantes. Assim, a base para o desenvolvimento de novos produtos começa com a seleção das frutas secas. Atualmente, no mercado, é possível encontrar uma variedade de produtos de frutas desidratadas (Silva-Espinoza *et al*., 2021). Tradicionalmente, frutas como maçãs, laranja, bananas, manga, abacaxi e morango (Carmo *et al*., 2024; Macedo *et al*., 2020; Silva-Espinoza *et al*., 2021; Taşova, 2023) são populares e mais comuns de serem encontradas no comércio.

No entanto, há espaço para explorar frutas menos comuns ou regionais, aumentando a diversidade de sabores e nutrientes. A exemplo tem-se canjiqueira (Junqueira *et al*., 2024), caqui (Corrêa et al., 2021), frisalis (de Jesus Junqueira *et al*., 2017), jurubeba (Saqueti *et al*., 2022), carambola (Yeasmin *et al*., 2021), mirtilo (Bei *et al*., 2024), pitaya (Araújo *et al*., 2022), lichia (Ahmed *et al*., 2024), entre outros.

Uma abordagem interessante para melhorar as propriedades nutricionais, a funcionalidade e os atributos sensoriais dos alimentos secos é aproveitar os pré-tratamentos para incorporar ou substituir componentes na matriz alimentar (Carmo et al., 2024; de Souza *et al*., 2024). A incorporação de substâncias de interesse em frutas secas pode ser obtida combinando desidratação osmótica e secagem, como discutido em estudos recentes (Macedo *et al*., 2021a; 2021b; 2022). Assim como a utilização do ultrassom de alta potência que tem mostrado resultados muito positivos em termos de redução do tempo de secagem e melhoria das propriedades dos alimentos (Rodríguez *et al.*, 2019; Vallespir *et al.*, 2019). Sendo seu efeito primário a cavitação, que envolve a formação de bolhas no líquido que, ao colapsar, geram microjatos de solução que penetram no sólido (Corrêa *et al*., 2017). Também causa mudanças nas condições de pressão do alimento e do meio de imersão do líquido (Corrêa *et al*., 2015).

Um exemplo, é a incorporação de isomaltulose, carboidrato que pode trazer potenciais benefícios ao consumidor, tanto no que diz respeito ao controle dos níveis de açúcar no sangue, quanto à melhoria da performance durante a prática de exercícios físicos (Sawale *et al.*, 2017). Essa técnica foi aplicada com sucesso na produção de morangos secos enriquecidos com isomaltulose, conforme relatado por Macedo *et al.* (2021a; 2022), oferecendo um produto final com benefícios adicionais à saúde. Macedo *et al*. (2021b) realizaram a incorporação de frutooligossacarídeos, obtido a partir de um xarope de yacon para enriquecer fatias de bananas por desidratação osmótica, fornecendo um composto funcional à dieta, agregando benefícios à saúde. Rai, Rani e Tripathy (2022) fizeram a adição de lactato de cálcio para enriquecer amostras de banana com cálcio.

Rojas *et al*. (2019) utilizaram a imersão em solução assistida por ultrassom para incorporar nutrientes microencapsulados para posterior secagem. Abóbora e maçã foram selecionadas como material alimentar adequado para realizar a incorporação de ferro e carotenóides por meios da dispersão de microcápsulas de ferro e carotenóides em água e etanol, onde as amostras foram imersas. O ultrassom permitiu uma incorporação de ferro mais homogênea na abóbora. O teor de ferro aumentou mais de 1000% nas amostras pré-tratadas em comparação ao controle. Da mesma forma, o teor de carotenoides aumentou em cerca de 430% quando o ultrassom foi aplicado. A melhor retenção de carotenóides foi obtida após a secagem em amostras processadas por ultrassom. Os resultados mostram que o pré-tratamento com ultrassom pode ser utilizado para incorporar nutrientes à matriz alimentar, aumentando não só a incorporação, mas também promovendo sua preservação.

Estas metodologias demonstram o potencial de aplicação de tecnologias para a obtenção de produtos secos de alto valor agregado, com características funcionais e elevado teor nutricional.

2.1. FRUTOS DO CERRADO

O Cerrado é um dos biomas mais ricos em biodiversidade no mundo, com uma grande variedade de frutas nativas de características nutricionais únicas. Nesse contexto, o

aproveitamento integral dos alimentos se destaca por sua reconhecida importância social, econômica e ambiental (de Sousa; Morais; Zuniga, 2024). De acordo com de Sousa, Morais e Zuniga (2024), as cascas de buriti, comumente vistas como resíduos, podem ser convertidas em produtos de alto valor, graças ao seu potencial nutricional, fitoquímico e antioxidante, que é intensificado pela secagem a 55 °C. A pesquisa revelou que a farinha de casca de buriti possui altos níveis de fibras, carotenóides e compostos fenólicos, apresentando potencial para uso em formulações de alimentos sustentáveis e funcionais.

Um dos frutos mais populares no Brasil, especialmente dentre as populações do cerrado, é o pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*). Amplamente consumido nessa região, principalmente entre os meses de setembro a novembro, quando os frutos ficam maduros e se desprendem das árvores, facilitando a sua colheita. O fruto é valorizado por suas propriedades nutricionais e pelo alto teor de compostos bioativos, como carotenóides e fenólicos. No entanto, a fim de aumentar a durabilidade dos pequis, estudos sobre o processo de secagem são necessários para que não comprometa a qualidade desses compostos (de Mendonça *et al*., 2017; Delalibera *et al*., 2024). Segundo Delalibera *et al.* (2024), a temperatura de 55°C foi identificada como ideal para a secagem da polpa de pequi pelo método de secagem em estufa com circulação forçada de ar, proporcionando redução no tempo de processamento e no consumo energético, o que tornou o processo mais sustentável e eficiente.

Outras frutas amplamente procuradas pela população locais incluem o araticum (*Annona crassiflora Mart.*), a mangaba (*Hancornia spp.*), a bocaiúva (*Acrocomia aculeata*), o caju do cerrado (*Anacardium spp*.) e o baru (*Dipterix alata*) (de Jesus Junqueira *et al*., 2024; Silva *et al*., 2022; Vasconcelos *et al*., 2023). Contudo, ainda existe uma infinidade de frutos consumidos regionalmente e pouco conhecidos fora dessas localidades. Devido ao limitado desenvolvimento fitotécnico, essas frutas são obtidas a partir do extrativismo, dificultando a penetração em novos mercados, uma vez que há elevado desperdício, em grande parte devido à sazonalidade, teor de umidade e à aplicação de técnicas inadequadas de pós-colheitas.

Santos et al. (2022) ao realizarem uma revisão sobre os frutos de cajueiro do Cerrado, amêndoa de baru, cagaita (*Eugenia dysenterica DC.*), pêra do Cerrado (*Eugenia klotzschiana Berg*), mangaba (*Hancornia speciosa*) e pequi, demonstraram os possíveis efeitos metabólicos do consumo dessas frutas sobre a síndrome metabólica e seus fatores de risco. Estudos analisados demonstraram que frutas nativas do Cerrado possuem alto teor de compostos bioativos como compostos fenólicos que demonstram alta capacidade antioxidante e podem agir como inibidores em diversos processos do metabolismo lipídico e transporte de glicose.

Nascimento *et al*. (2020) caracterizaram quimicamente as polpas dos frutos do araticum (*Annona crassiflora*), buriti (*Mauritia flexuosa*), coquinho azedo (*Butia capitata*), cagaita e cajá (*Spondias mombin*), com foco no potencial antioxidante e de microminerais. Os níveis de cálcio na polpa de Araticum são de 9,35 mg/100 g e o teor de ferro foi de 4,78 mg/100 g. Na polpa de cagaita o teor de cálcio foi de 15,35 mg/100 g e o teor de magnésio foi de 66,00 mg/100 g. O teor de ferro presente na polpa do coquinho foi de 11,47 mg/100 g e na cagaita foi de 11,53 mg/100 g. Os extratos com maiores teores de compostos fenólicos totais foram araticum (433,80 mg GAE/g) e coquinho (173,5 mg GAE/g). A polpa de Araticum apresentou maior potencial antioxidante por apresentar a menor EC50 (0,04 mg/mL). Os resultados demonstram o grande potencial dos frutos do Cerrado em termos de nutrientes minerais e compostos bioativos.

A secagem não só atende às necessidades da indústria alimentícia, mas também amplia o aproveitamento das frutas do cerrado, promovendo a diversidade e valorizando esses produtos, tornando-as mais acessíveis e presentes no cotidiano de todos os brasileiros (Delalibera *et al*., 2024). Ela também contribui para o desenvolvimento regional do bioma Cerrado, fortalecendo a bioeconomia (de Jesus Junqueira *et al*., 2024).

2.2. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FRUTAS

Além da fruta em si, tem-se relatos da utilização dos seus resíduos secos para produção de novos produtos. Pode-se citar a produção de farinha do resíduo de mangaba como uma alternativa viável para aumentar o valor energético (390,04 kcal/100g) das dietas, facilitando o desenvolvimento de novos produtos, reduzindo o desperdício desses resíduos e, consequentemente, contribuindo para a minimização do impacto ambiental (Vasconcelos *et al*., 2023).

Pasha *et al*. (2022) realizaram a combinação da farinha de trigo com 15% de farinha da casca de banana em macarrões. A farinha da casca da banana é rica em fibras alimentares, fenólicos, flavonóides, ferro, cálcio e potássio. Essa farinha tem potencial nutricional considerável podendo ser utilizado no desenvolvimento de produtos como macarrão e massas (Figura 1).

Figura 1 - Massa de macarrão desenvolvida com farinha de trigo e farinha da casca de banana

(Fonte: Pasha *et al*., 2022).

Santos *et al*. (2024) enfatizam que a valorização do resíduo gerado no processamento da acerola, composto principalmente por sementes e bagaço, é essencial tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. Aproveitar este subproduto rico em compostos bioativos, em vez de descartá-lo, permite minimizar impactos ambientais e agregar valor a um material com elevado potencial. A secagem, especialmente quando associada a pré-tratamentos como o uso de etanol, tem se mostrado eficiente para preservar propriedades nutricionais e garantir maior estabilidade durante o armazenamento. Esses resíduos podem ser aplicados em diversos setores, como o alimentício, farmacêutico e cosmético, atuando como fonte de fibras, antioxidantes e outros compostos funcionais. Dessa forma,

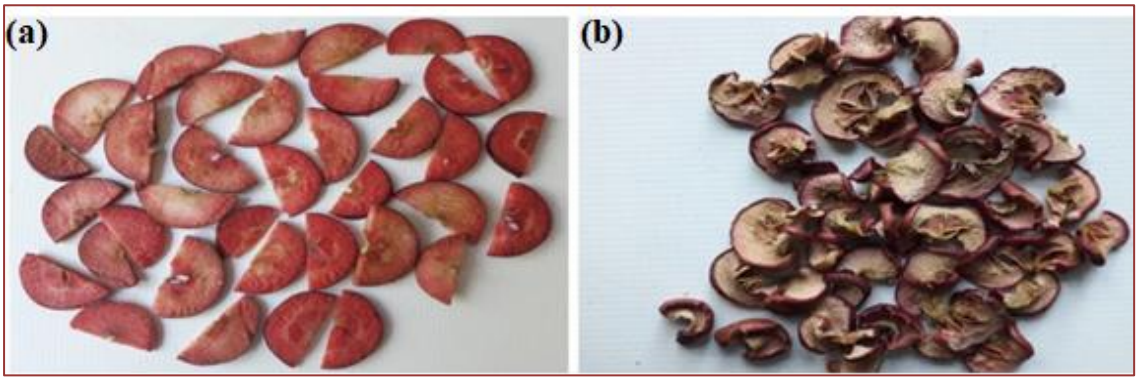
sua utilização promove sustentabilidade e incentiva a criação de produtos inovadores e benéficos à saúde.

É possível produzir barras de cereais com características mais saudáveis e contribuir para a redução do impacto ambiental associado às indústrias de polpa e suco, com a utilização dos seus resíduos. Damasceno *et al*. (2016) mostraram que as características tecnológicas foram melhoradas nas barras de cereais adicionadas farinha da casca de abacaxi, como pH reduzido e maior acidez, o que contribui significativamente para a qualidade microbiológica e prolonga a vida útil do produto. E a adição de até 6% dessa farinha nas barras de cereais não afetou a aceitação sensorial e aumentou o teor de fibras.

Já o abacate em forma de pó possui potencial para ser empregado como componente em formulações de alimentos saudáveis, como produtos de confeitaria e panificação. Além disso, é possível aumentar o valor nutricional das preparações utilizando sua semente devido ao seu alto teor de fibras dietéticas, além de conter substâncias como ácidos graxos e antioxidantes (Coutinho *et al*., 2022). Coutinho *et al*. (2022) realizaram a secagem da polpa de abacate por pulverização, utilizando a farinha da semente como adjuvante. A utilização da semente aumentou o rendimento do processo em comparação à maltodextrina, indicando que a farinha da semente pode ser utilizada como adjuvante na secagem. Como resultado, o pó de abacate apresentou teores de proteína, cinzas, lipídios e carboidratos semelhantes aos da polpa seca, tornando o produto tão nutritivo quanto a fruta fresca.

Além disso, frutas não selecionadas pelos consumidores em mercados podem ser utilizadas para produção de snacks, como Taşova (2023) fez com maçãs japonesas descartadas (Figura 2). Os autores investigaram a influência de pré-tratamentos (ácido cítrico e oleato de etila) na cinética de secagem e na cor dos chips produzidos a partir de fatias de maçã. Os pré-tratamentos apresentaram efeito significativo, reduziram o tempo de secagem em relação aos controles. O pré-tratamento com ácido cítrico foi mais eficaz do que o pré-tratamento com oleato de etila, tanto no tempo de secagem, cor e economia de energia. Acredita-se que isso se deva à pressão osmótica e aos efeitos ácidos na microestrutura dos produtos. A pressão osmótica ajudou na remoção da umidade, enquanto o ácido cítrico diminui a resistência celular do produto durante o processo de secagem.

Figura 2 – Chips de maçã (a) fresca e (b) seca



(Fonte: Taşova, 2023).

3. PRODUTOS DESENVOLVIDOS

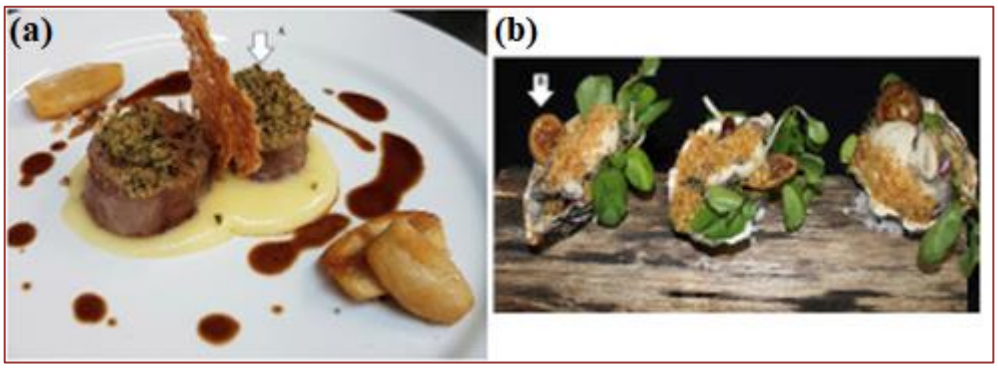
Frutas secas podem ser oferecidas em diversas formas, além das tradicionalmente inteiras ou em pedaços, como cristalizadas (Jia; Katsuno; Nishizu, 2022), pó (Vasconcelos *et al*., 2023), filmes comestíveis (Ciurzyńska *et al*., 2019), snacks (Nowacka *et al*., 2023), entre outros.

3.1. PÓ

O uso culinário de alimentos silvestres e nativos têm capturado a atenção global dos chefes culinários em busca de novos sabores. As plantas nativas merecem ser re-avaliadas em toda sua cadeia de valor, integrando sua relevância sociocultural, benefícios para a saúde e impacto econômico positivo para as comunidades locais. O Brasil abriga a maior diversidade de flora do mundo, com mais de 56 mil espécies, representando cerca de 20% das plantas do planeta. Entre elas, a *Acca sellowiana*, é uma árvore frutífera nativa da região serrana do sul do Brasil, encontrada de forma selvagem no bioma da Mata Atlântica e produz o fruto Feijoa (Amaral *et al*., 2019).

Feijoa, conhecido popularmente como goiaba do mato, possui uma casca verde-escura e uma polpa de cor gelo com uma textura gelatinosa. A fruta é doce e intensamente aromática, sua casca é bastante firme e grossa, o que torna difícil o consumo da fruta *in natura*. Rica em compostos fenólicos, especialmente proantocianidinas que são responsáveis por suas propriedades antioxidantes, é uma excelente fonte de vitamina C, baixa em calorias e possui quantidades significativas de minerais e fibras. Amaral *et al*. (2019) obtiveram pós verdes e fatias secas de feijoa pela técnica de secagem em estufa a 60°C. O pó possui as características sensoriais da fruta e pode ser utilizado como tempero em carne, adicionando um toque levemente ácido e decorativo aos pratos. As fatias secas de feijoa podem ser usadas tanto para fins decorativos em pratos como para fazer chás, contribuindo com seu sabor ácido, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Carne assada com pó de feijoa seca (a) e ostras com fatias de feijoa seca (b)



(Fonte: Amaral *et al*., 2019).

As formulações de bebidas em pó podem ser melhoradas com a adição de componentes funcionais que promovem a saúde. Bochnak-Niedźwiecka *et al*. (2022) realizaram a substituição da farinha de lentilha germinada pelas proteínas de lentilha, que possui aminoácidos desejável e alta digestibilidade, bem como a incorporação de goma de

linhaça, rica em fibras solúveis e insolúveis, adição de vegetais (folhas de salsa e broto de brócolis) e frutas (morango e framboesa) ricas em antioxidantes, liofilizados e moídos para produção de pó. As adaptações das receitas das bebidas resultaram em um aumento significativo no teor de proteínas, sem afetar a digestibilidade dos nutrientes. Estas modificações permitem a criação de bebidas que possuem propriedades antioxidantes abrangentes, além de serem uma fonte de amido e proteínas facilmente absorvíveis pelo organismo.

Foi desenvolvido por Souza *et al*. (2021) um suco funcional probiótico em pó, utilizando acerola e siriguela como matrizes e aplicando a técnica de microencapsulação por secagem por pulverização. O produto não lácteo contendo as cepas probióticas *Lactobacillus rhamnosus, L. casei e L. plantarum*, incorporadas a uma matriz de maltodextrina para proteção e estabilidade. As bactérias probióticas encapsuladas permaneceram viáveis acima de 6 log UFC/g por até 20 dias a 5 °C, garantindo benefícios terapêuticos. Além disso, após simulação de digestão gastrointestinal, foi observado um aumento nos níveis de compostos fenólicos, como o ácido gálico e a rutina, e na atividade antioxidante. O pó também demonstrou características favoráveis à aceitação sensorial, como cor, reidratação rápida e estabilidade, sendo adequado para comercialização.

De maneira semelhante, Fonseca *et al*. (2024) produziram pó de suco de acerola fermentado com probióticos por meio de secagem por pulverização, utilizando *Lactobacillus gasseri* como microrganismo. Os principais resultados mostraram que o pH neutro (7,0) favoreceu o crescimento probiótico, enquanto temperaturas mais baixas (120 °C) preservaram melhor a vitamina C (até 6,2 mg/g) e compostos fenólicos (59,9 mg/g). No entanto, temperaturas mais altas (160 °C) aumentaram a sobrevivência probiótica (até $8{,}3 \times 10^8$ UFC/g). A pesquisa destaca a importância de ajustar variáveis do processo para produzir alimentos funcionais em pó com alto valor nutricional e estabilidade probiótica, atendendo às demandas da indústria por produtos mais saudáveis e de longa duração.

Santos *et al*. (2024b) realizaram a substituição da gordura vegetal hidrogenada em pães por pó de polpa de abacate obtido a partir da secagem em esteira de espuma. Essa substituição resultou em redução nos teores de lipídios, carboidratos, valor energético, apresentando benefícios nutricionais, além de redução na firmeza e volume específico dos pães. Houve um aumento significativo na inibição da lipase e uma redução na atividade de enzimas amilolíticas, como α-amilase e α-glicosidase, assim como no conteúdo fenólico total e na atividade antioxidante. Além disso, a estrutura cristalina dos pães mudou com a incorporação do pó de abacate, indicando um polimorfismo mais amorfo. Esses resultados indicam que o pó de abacate pode ser um substituto promissor e mais saudável para as gorduras saturadas em produtos de panificação, sugerindo novas possibilidades para o desenvolvimento de produtos alimentares funcionais e inovadores.

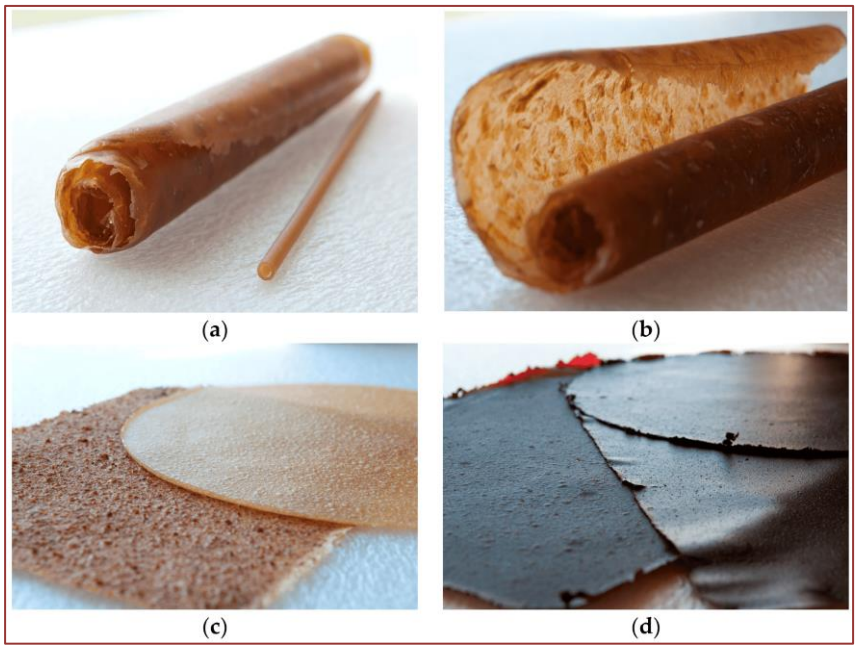
O estudo de Silva *et al*. (2022) mostra a possibilidade de produzir farinha da amêndoa de baru como fonte nutritiva e sem glúten para enriquecer alimentos. A secagem não causou alterações nos teores de cinzas, lipídios, valor energético, potássio, ferro, zinco, cobre e manganês. A temperatura de 40 ºC causou menores reduções na atividade antioxidante, nos fenólicos totais e nos flavonoides totais da amostra.

3.2. FILMES COMESTÍVEIS

Os filmes comestíveis comumente chamados de couros de frutas são usados para prolongar a vida útil e preservar a qualidade dos alimentos. Couro de fruta é uma folha ou tira flexível de fruta seca que é feita tipicamente por secagem a ar quente de purê de fruta ou concentrado de suco de fruta, com ou sem a adição de outros ingredientes (Da Silva Simão *et al.*, 2020). Eles controlam a transferência de massa, evitando mudanças no aroma, sabor, textura e aparência. Esses filmes impedem a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, sabores e lipídios. São utilizados como embalagens primárias, sendo aplicados diretamente sobre os alimentos ou moldados em forma de filme, funcionando como uma camada protetora (Ciurzyńska *et al*., 2019).

Além de serem utilizados como um lanche nutritivo e leve, sendo uma forma conveniente de consumir frutas, muitas vezes sem adição de conservantes ou açúcares extras. Para sua produção, pode-se utilizar resíduos de frutas secas ou frutas com casca, oferecendo um produto com maior valor nutricional e mais atraente visualmente (Ciurzyńska *et al*., 2019). A Figura 4 apresenta alguns exemplos.

Figura 4 - Couro de fruta com: (a, b) polpa de maçã com casca de maçã, (c) polpa de maçã com bagaço de maçã seco, (d) polpa de maçã e groselha preta com bagaço de maçã seca



(Fonte: Ciurzyńska *et al*., 2019).

Das *et al*. (2021) desenvolveram couro de frutas mistas, com banana e sohiong, fruta indiana. Os autores produziram um lanche saudável rico em potássio e fibras, advindos da banana, e de antocianinas, advindos da sohiong, fruta indiana. O produto obtido apresentou parâmetros sensoriais e texturais aceitáveis, podendo ser uma ótima opção de lanche rápido e nutritivo, além de reduzir a perda pós-colheita da banana.

Rajoriya, Bhavya e Hebbar (2023) também produziram couro de banana como alternativa para lanche rápido e nutritivo. Os autores avaliaram a eficácia da técnica de secagem por janela de refração assistida por infravermelho distante (FIR + RW) na produção de couro de banana, comparando-a com os métodos de secagem por infravermelho e ar quente. O método de infravermelho se destacou na preservação da cor e na retenção de compostos bioativos, apresentando níveis superiores de fenólicos (19%), ácido ascórbico (22%) e capacidade antioxidante (16–47%) quando comparado a secagem por ar quente. As bananas secas utilizando os métodos alternativos à secagem por ar quente exibiram maior intensidade de compostos de sabor, melhor aceitação geral pelos consumidores, uma estrutura celular aprimorada, caracterizada por poros maiores e a produção de couro de banana de alta qualidade.

Addai *et al.* (2016) formularam couro de mamão a partir de mamão de dois cultivares usando ingredientes naturais como pectina, mel e ácido cítrico. As frutas frescas foram amassadas e misturadas com os ingredientes naturais, e secas em um forno a 60 °C por 12 horas. Os resultados mostraram que o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante aumentaram pelo processo de secagem do couro da fruta em comparação com frutas frescas em ambas as cultivares de mamão.

Ribeiro *et al*. (2024) desenvolveram micropartículas de suco de acerola por secagem por pulverização, utilizando proteínas (isolado de proteína de soro de leite, isolado de proteína de soja e colágeno) como agentes encapsulantes. A combinação de isolado de proteína de soro de leite e colágeno se destacou, apresentando maior recuperação de sólidos (53,5%), retenção de polifenóis (74,4%) e alta solubilidade em água (85,2%). Essas micropartículas foram incorporadas em filmes comestíveis à base de amido de mandioca, resultando em filmes com alto conteúdo de polifenóis (10,15 mg GAE/g) e atividade antioxidante significativa. Armazenadas a 4 °C e protegidas da luz, as micropartículas mantiveram 81% da retenção de polifenóis após 60 dias. O estudo indicou que essas micropartículas possuem grande potencial como alternativa para a produção de embalagens ativas, comestíveis e biodegradáveis na indústria alimentícia.

3.3. *SNACKS*

A técnica de desidratação possibilita a produção de snacks que podem ser armazenados em temperatura ambiente (Nowacka *et al*., 2023). Frutas secas estão sendo utilizadas em novas formulações de snacks, como barras de cereais, mix de frutas secas e outros ingredientes, em bolos e biscoitos, entre outros. A combinação de frutas secas com outros ingredientes é uma área promissora para desenvolver produtos diversificados e atrativos para os consumidores.

Com o aumento do interesse por lanches mais saudáveis, surgiram produtos à base de frutas e vegetais, incluindo opções enriquecidas com probióticos. No entanto, durante o processamento e armazenamento de alimentos, diversos estresses, como térmico e oxidativo, podem comprometer a viabilidade dos microrganismos probióticos. Por isso, microrganismos mais resistentes, como *Bacillus coagulans*, são frequentemente utilizados (Niro *et al*., 2023).

Niro *et al*. (2023) realizaram a incorporação de probióticos em fatias de banana liofilizadas, utilizando impregnação direta e o revestimento com dispersão de amido contendo probióticos. Puderam concluir que as contagens de células viáveis foram acima de 7 log ufc/g em ambos os casos. As fatias revestidas foram bem aceitas, comparáveis às

impregnadas, e superaram as fatias de controle não probióticas. Ambos os métodos são eficazes e simples, oferecendo boa viabilidade probiótica e aceitação sensorial.

Para os snacks de laranja os consumidores notaram diferentes atributos, como sabor, textura e cor. Amostras com menor teor de água foram avaliadas pelos consumidores como mais crocantes e com notas cítricas mais intensas. Os consumidores não mostraram preferência significativa por nenhuma amostra específica. Assim, é possível considerar outros fatores além dos sensoriais para determinar as melhores condições de liofilização que resultem em um lanche de laranja atraente (Silva-Espinoza *et al*., 2021), visto que, as laranjas são ricas em fibras, açúcares simples e uma ampla gama de compostos bioativos que possuem propriedades antioxidantes e promovem benefícios à saúde. A vitamina C, os compostos fenólicos (como as flavanonas hesperidina e narirutina) e os carotenóides são alguns dos compostos notáveis desta fruta, associados à redução do estresse oxidativo e à prevenção e/ou proteção contra câncer, doenças cardiovasculares, problemas cardíacos e degeneração macular, entre outras condições.

Chips de maçã secos foram enriquecidos com bioingredientes naturais através do processo de desidratação osmótica realizado com uma solução de sacarose e concentrado de suco de chokeberry, rico em antocianinas, taninos e vitamina C. Após o processo de desidratação osmótica, as maçãs foram secas por liofilização ou um método híbrido (convecção-micro-ondas-vácuo). A adição do concentrado de suco de chokeberry resultou em um aumento significativo no teor de vitamina C, polifenóis e na atividade antioxidante das maçãs secas. Entretanto, a análise sensorial mostrou que esse produto não teve uma boa aceitação pelos avaliadores por apresentar sabor ácido e coloração vermelho muito escura (Kowalska *et al*., 2020).

3.4. BARRAS DE CEREAIS

Barras de proteína que incorporam ingredientes funcionais como frutas secas têm potencial para oferecer escolhas alimentares enriquecidas e com alto valor nutricional aos consumidores. Barras de cereais com alto teor energético e rico em proteínas usando tâmaras Sukkari foram produzidas por Alfheeaid *et al*. (2023). As barras produzidas com tâmaras mostraram maior teor de cinzas e fibra bruta em comparação com as produzidas com damasco seco, figo seco e passas, enquanto essas tinham mais umidade e gordura. O conteúdo proteico foi semelhante entre elas. As barras produzidas com tâmaras apresentaram maiores quantidades de cálcio, cobre, ferro, zingo, manganês e selênio, enquanto as produzidas com as outras frutas tinham mais magnésio, potássio, sódio e exibiram maior quantidade de fitoquímicos, compostos bioativos e atividades antioxidantes do que as produzidas por tâmara. Avaliações sensoriais indicaram uma preferência significativa dos painelistas pelas barras com tâmaras. Assim, o uso de tâmaras mostrou-se uma alternativa nutritiva, conveniente e economicamente viável para a fabricação de barras de alto teor energético e proteico.

Desenvolver barras com alta quantidade de nutrientes é essencial. Munshi, Kochhar e Kaur (2020) produziram uma barra como alimento funcional com nutrientes para mulheres em risco de osteoporose e puderem obter além de um alimento para auxiliar a saúde óssea para pessoas em geral, também comercialmente viável. Esse produto foi produzido a partir de uma mistura de cereais (arroz integral, aveia, flocos de milho, farinha de soja) com frutas secas (figos, tâmaras e passas), sementes de linhaça, ervas (folhas de dente-de-leão e manjericão), mel e óleo de farelo de arroz.

Ramos *et al*. (2020) buscaram em seu estudo explorar o potencial das amêndoas de pequi como um ingrediente capaz de agregar valor às barras de cereais. Para isso, inseriu farinha de amêndoas de pequi (12,5%) em barras de cereais e avaliaram sua aceitação sensorial. As amostras passaram por análises físico-químicas e sensoriais com 108 consumidores, avaliando aspectos como cor, sabor, textura e intenção de compra. A amêndoa de pequi apresentou altos teores de fibras (27,99%), proteínas (29,62%) e lipídios (35,36%), sendo predominante o ácido oleico (57,65%). Os resultados indicaram uma melhor aceitação e intenção de compra das barras de cereais quando os consumidores souberam que o produto continha pequi, passando de 48,15% para 62,04% os consumidores que certamente comprariam a barra de cereal com pequi, revelando interesse por novos alimentos com ingredientes do Cerrado.

3.5. PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA

Os pós de frutas secas como maçã, marmelo, laranja, morango, cramberry, framboesa, chokeberry preta, uva, manga, pêssego e melão podem ser adicionados em bolos, como uma estratégia eficaz para enriquecer nutricionalmente esses produtos populares, melhorando a saúde global. Esses pós são ricos em vitaminas, antioxidantes, minerais e fibras, além de oferecer corantes naturais. Eles não apenas aumentam o valor nutricional dos bolos, mas também influenciam suas propriedades físico-químicas, texturais e sensoriais. A fibra desses pós tende a absorver água, aumentando a umidade dos bolos. A substituição parcial da farinha de trigo por esses pós geralmente reduz o teor de glúten, resultando em bolos com volume menor e textura mais firme. Os bolos enriquecidos com esses pós mostraram significativo aumento nos valores nutricionais, além de uma coloração mais intensa (Salehi; Aghajanzadeh, 2020).

Uma nova formulação de biscoito sem glúten, projetada para ser um alimento pronto para consumo, rico em valor energético e amplamente preferido por pessoas de todas as idades, com foco especial em indivíduos com fenilcetonúria e celíacos foi desenvolvida por Parlak e Neslihan Dundar (2021). A adição de frutas secas (maçã seca, passas, groselhas pretas secas, tâmaras secas) na formulação de biscoitos teve um impacto significativo nas suas características. Os biscoitos com frutas secas mostraram aumento nos teores de umidade, cinzas, proteínas, pH e fibra alimentar, enquanto houve redução nos teores de gordura, carboidratos disponíveis e valor energético. A adição de frutas secas também influenciou a dureza e a cor dos biscoitos, resultando em uma tonalidade mais escura. Os biscoitos foram bem avaliados sensorialmente, sendo os de tâmara que apresentaram melhores resultados.

Biscoitos mais macios e nutritivos foram desenvolvidos por Leelwat, Jaengarunjiramanee e Pischom (2022) a partir da farinha de banana pré-gelatinizada e do arroz integral germinado. A adição de 80% de farinha de banana dourada com 20% de solução de arroz integral germinado, com pré-gelatinização em secador de tambor a 140 °C. Do pó resultante, substituindo 75% da farinha de trigo e reduzindo o açúcar da receita padrão, foi possível obter biscoitos 30% mais macios. Assim, produziram um biscoito macio e nutritivo, com a doçura natural das bananas e os benefícios do arroz integral germinado, recebendo a melhor aceitação em termos de avaliação sensorial.

Bombons de chocolate possuem compostos bioativos, especialmente os polifenólicos do cacau, conhecidos por suas propriedades antioxidantes. Apesar do desenvolvimento de diversos produtos funcionais à base de cacau, poucos esforços foram dedicados ao desenvolvimento de chocolates inovadores com ingredientes vegetais não convencionais,

como frutas e ervas ricas em polifenóis antioxidantes. Longan, contém derivados de ácido gálico, e lichia, rica em flavan-3-óis e proantocianidinas, frutas nativas do sudeste da Ásia conhecidas por seu perfil sensorial e propriedades nutritivas, apresentam potencial para uso na indústria alimentícia devido aos seus compostos bioativos, incluindo polifenóis e vitaminas. Essas frutas secas e moídas foram utilizadas como ingredientes funcionais e incorporadas no recheio de bombons de chocolate. Os bombons enriquecidos mantiveram seu conteúdo bioativo e perfil semelhantes ao do chocolate puro. Entretanto, em termos de sabor, os bombons feitos com lichia foram amplamente preferidos, devido aos seus sabores florais, frutados e levemente ácidos. Enquanto os bombons com adição de longan, foram considerados mais doces (Rashid *et al*., 2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de novos produtos a partir de frutas secas é uma estratégia promissora que combina inovação, saúde e sustentabilidade. Essa prática permite enriquecer alimentos com nutrientes essenciais, como fibras, vitaminas e antioxidantes. Além de melhorar o perfil nutricional dos produtos finais, a utilização de frutas secas permite explorar novos sabores, texturas e aplicações culinárias, possibilitando a criação de alimentos inovadores, atendendo tanto às necessidades de saúde quanto às preferências dos consumidores modernos que buscam por saúde e bem-estar. Além disso, utilizar resíduos de frutas contribui para a valorização de subprodutos, reduz o desperdício e impulsiona a sustentabilidade, favorecendo a inovação e a eficiência na indústria alimentícia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - processo nº 88887.705821/2022-0, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - processo nº 314191/2021-6, e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

[1] ADDAI, Zuhair Radhi *et al*. Evaluation of fruit leather made from two cultivars of papaya. *Italian Journal of Food Science*, v. 28, n. 1, p. 73-82, 2016.

[2] AHMED, Shafaet *et al*. Integrated drying model of lychee as a function of temperature and relative humidity. *Heliyon*, v. 10, n. 7, 2024.

[3] ALFHEEAID, Hani A *et al.* High Energy and Protein Fruit- and Date-Based Bars. *Foods*, v. 12, p. 1–18, 2023.

[4] AMARAL, Fabiana Mortimer *et al.* Acca sellowiana: Physical-chemical-sensorial characterization and gastronomic potentialities. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 17, n. May, p. 100159, 2019.

[5] ARAÚJO, Cintia da Silva *et al*. Influence of pretreatment with ethanol and drying temperature on physicochemical and antioxidant properties of white and red pulp pitayas dried in foam mat. *Drying Technology*, v. 40, n. 3, p. 484-493, 2022.

[6] BEI, Xingrui *et al*. Improvement of the drying quality of blueberries by catalytic infrared blanching combined with ultrasound pretreatment. *Food Chemistry*, v. 447, p. 138983, 2024.

[7] BHATTACHARJEE, Satyajit *et al.* A critical review on drying of food materials: Recent progress and key challenges. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, v. 158, n. August, p. 107863, 2024..

[8] BOCHNAK-NIEDŹWIECKA, Justyna *et al.* Antioxidant Content and Antioxidant Capacity of the Protein-Rich Powdered Beverages Enriched with Flax Seeds Gum. *Antioxidants*, v. 11, n. 3, 2022.

[9] CARMO, Juliana Rodrigues do *et al*. Vacuum enrichment of mango slices with isomaltulose. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 48, p. e002524, 2024.

[10] CIURZYŃSKA, Agnieszka *et al.* Eating habits and sustainable food production in the development of innovative "healthy" snacks (running title: Innovative and "healthy" snacks). *Sustainability (Switzerland)*, v. 11, n. 10, 2019.

[11] CORRÊA, Jefferson Luiz Gomes *et al*. Osmotic dehydration of tomato assisted by ultrasound: evaluation of the liquid media on mass transfer and product quality. *International Journal of Food Engineering*, v. 11, n. 4, p. 505-516, 2015.

[12] CORRÊA, Jefferson Luiz Gomes *et al*. Influence of ultrasound application on both the osmotic pretreatment and subsequent convective drying of pineapple (Ananas comosus). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 41, p. 284-291, 2017.

[13] CORRÊA, Jefferson Luiz Gomes *et al*. Drying of persimmon fruit (Diospyros kaki L.) pretreated by different osmotic processes. *Journal of Food Process Engineering*, v. 44, n. 10, p. e13809, 2021.

[14] COUTINHO, Isadora Barreto *et al.* Spray drying of avocado pulp using the seed as an adjuvant. *Powder Technology*, v. 408, n. January, p. 117738, 2022.

[15] DAMASCENO, Karina Aparecida *et al.* Development of Cereal Bars Containing Pineapple Peel Flour (Ananas comosus L. Merril). *Journal of Food Quality*, v. 39, n. 5, p. 417–424, 2016.

[16] DA SILVA SIMÃO, Raquel *et al*. Recent advances in the production of fruit leathers. *Food Engineering Reviews*, v. 12, p. 68-82, 2020.

[17] DAS, Anku *et al.* Processing of minerals and anthocyanins-rich mixed-fruit leather from banana (Musa acuminata) and sohiong (Prunus nepalensis). *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 45, n. 9, p. 1–13, 2021.

[18] DE JESUS JUNQUEIRA, Joao Renato *et al*. Convective drying of cape gooseberry fruits: Effect of pretreatments on kinetics and quality parameters. *LWT-Food Science and Technology*, v. 82, p. 404-410, 2017.

[19] DE JESUS JUNQUEIRA, J. R. *et al*. Infrared Drying of Bocaiuva (Acrocomia aculeata) Slices: Drying Kinetics, Energy Consumption, and Quality Characteristics. *Food Biophysics*, p. 1-10, 2024.

[20] DE MENDONÇA, Kamilla Soares *et al.* Optimization of osmotic dehydration of yacon slices. *Drying Technology*, v. 34, n. 4, p. 386–394, 2016.

[21] DE MENDONÇA, Kamilla Soares *et al*. Influences of convective and vacuum drying on the quality attributes of osmo-dried pequi (Caryocar brasiliense Camb.) slices. *Food Chemistry*, v. 224, p. 212-218, 2017.

[22] DE SOUZA, Weysser Felipe Cândido *et al.* Isomaltulose: From origin to application and its beneficial properties – A bibliometric approach. *Food Research International*, v. 155, n. February, 2022.

[23] DE SOUZA, Amanda Umbelina *et al*. Replacement of native sugars of apples by isomaltulose in dual stages. *Discover Food*, v. 4, n. 1, p. 97, 2024.

[24] DE SOUSA, Wallace Carlos; MORAIS, Romulo Alves; ZUNIGA, Abraham Damian Giraldo. Buriti (Mauritia flexuosa) shell flour: Nutritional composition, chemical profile, and antioxidant potential as a strategy for valuing waste from native Brazilian fruits. *Food Research International*, p. 114578, 2024.

[25] DELALIBERA, Priscila *et al*. Unlocking the potential of pequi (caryocar brasiliense camb.): Stability of phenolic compounds, carotenoid profile and vitamin a after drying. *Food Research International*, p. 115196, 2024.

[26] FONSECA, Maria Tereza *et al*. Improving the stability of spray-dried probiotic acerola juice: A study on hydrocolloids' efficacy and process variables. *Food and Bioproducts Processing*, v. 147, p. 209-218, 2024.

[27] HUERTA-VERA, Karina *et al.* Enrichment of Banana with Lactobacillus rhamnosus Using Double Emulsion and Osmotic Dehydration. *Food and Bioprocess Technology*, v. 10, n. 6, p. 1053–1062, 2017.

[28] JIA, Xiwu; KATSUNO, Nakako; NISHIZU, Takahisa. Effects of Temperature Fluctuations on the Development of Surface Sugar Crystals and the Quality Characteristics of Dried Persimmon During Frozen Storage. *Food and Bioprocess Technology*, v. 15, n. 3, p. 561–570, 2022.

[29] JUNQUEIRA, João Renato de Jesus *et al*. Infrared drying of canjiqueira fruit: a novel approach for powder production. *Applied Food Research,* p. 100645, 2024.

[30] KOWALSKA, Jolanta *et al.* The use of antioxidant potential of chokeberry juice in creating pro-healthy dried apples by hybrid (Convection-microwave-vacuum) method. *Molecules*, v. 25, n. 23, 2020.

[31] LLAVATA, Beatriz et al. Effect of freeze-thaw and PEF pretreatments on the kinetics and microstructure of convective and ultrasound-assisted drying of orange peel. *npj Science of Food*, v. 8, n. 1, p. 56, 2024.

[32] LEELWAT, B.; JAENGARUNJIRAMANEE, N.; PISCHOM, A. Development of soft cookie from pregelatinized banana flour and germinated brown rice. *International Journal of Agricultural Technology*, v. 18, n. 3, p. 1045–1058, 2022.

[33] MACEDO, Leandro Levate *et al.* Convective Drying with Ethanol Pre-treatment of Strawberry Enriched with Isomaltulose. *Food and Bioprocess Technology*, v. 14, n. 11, p. 2046–2061, 2021.

[34] MACEDO, Leandro Levate *et al.* Effect of drying air temperature on drying kinetics and physicochemical characteristics of dried banana. *Journal of Food Process Engineering*, v. 43, n. 9, p. 1–10, 2020.

[35] MACEDO, Leandro Levate *et al.* Influence of yacon syrup concentration and drying air temperature on properties of osmotically pre-dehydrated dried banana. *Heat and Mass Transfer/Waerme- und Stoffuebertragung*, v. 57, n. 3, p. 441–451, 2021.

[36] MUNSHI, Rafiya; KOCHHAR, Anita; KAUR, Amarjeet. Nutrient selection and optimization to formulate a nutrient bar stable on storage and specific to women at risk of osteoporosis. *Journal of Food Science and Technology*, v. 57, n. 8, p. 3099–3107, 2020.

[37] NASCIMENTO, Amanda Laís Alves Almeida *et al*. Chemical characterization and antioxidant potential of native fruits of the Cerrado of northern Minas Gerais. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 23, p. e2019296, 2020.

[38] NIRO, Carolina M. *et al.* Freeze-Dried Banana Slices Carrying Probiotic Bacteria. *Foods*, v. 12, n. 12, p. 1–7, 2023.

[39] NOWACKA, Malgorzata *et al.* Sustainable Approach for Development Dried Snack Based on Actinidia deliciosa Kiwifruit. *Applied Sciences (Switzerland)*, v. 13, n. 4, p. 1–16, 2023.

[40] PARLAK, Ozen; NESLIHAN DUNDAR, Ayse. Production of low protein and gluten-free cookies for phenylketonuria (PKU) and/or celiac patients. *Czech Journal of Food Sciences*, v. 39, n. 1, p. 29–34, 2021.

[41] PASHA, Imran *et al.* Probing nutritional and functional properties of salted noodles supplemented with ripen Banana peel powder. *Food Production, Processing and Nutrition*, v. 4, n. 1, 2022.

[42] RAI, Robina; RANI, Poonam; TRIPATHY, Punyadarshini Punam. Osmo-air drying of banana slices: multivariate analysis, process optimization and product quality characterization. *Journal of Food Science and Technology*, v. 59, n. 6, p. 2430–2447, 2022.

[43] RAJORIYA, Deependra; BHAVYA, Mysore Lokesh; HEBBAR, Hunglur Umesh. Far infrared assisted refractance window drying: Influence on drying characteristics and quality of banana leather. *Drying Technology*, v. 41, n. 13, p. 2143-2155, 2023.

[44] RAMOS, R. O. *et al*. Chemical and antioxidant characterization, sensory and shelf-life analysis of cereal bars with almonds from pequi (Caryocar brasiliense Camb.). *Food Science and Technology*, v. 41, p. 368-374, 2020.

[45] RASHID, Muhammad Tayyab *et al.* Longan (Dimocarpus longan) and lychee (Litchi chinensis): Functional ingredients in chocolate pralines. *Journal of Food Biochemistry*, v. 43, n. 10, p. 1–10, 2019.

[46] RIBEIRO, Dayene Nunes *et al*. Spray dried acerola (Malpighia emarginata DC) juice particles to produce phytochemical-rich starch-based edible films. *Journal of Microencapsulation,* v. 41, n. 2, p. 112-

126, 2024.

[47] RODRÍGUEZ, Óscar *et al*. Application of power ultrasound on the convective drying of fruits and vegetables: effects on quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 98, n. 5, p. 1660-1673, 2018.

[48] ROJAS, Meliza Lindsay; ALVIM, Izabela Dutra; AUGUSTO, Pedro Esteves Duarte. Incorporation of microencapsulated hydrophilic and lipophilic nutrients into foods by using ultrasound as a pre-treatment for drying: A prospective study. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 54, p. 153-161, 2019.

[49] SALEHI, Fakhreddin; AGHAJANZADEH, Sara. Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. *Trends in Food Science and Technology*, v. 95, n. February 2019, p. 162–172, 2020.

[50] SANTOS, Daiane Costa dos *et al*. Ameliorating effects of metabolic syndrome with the consumption of rich-bioactive compounds fruits from Brazilian Cerrado: A narrative review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 62, n. 27, p. 7632-7649, 2022.

[51] SANTOS, Amanda Aparecida de Lima *et al*. Acerola processing waste: Convective drying with ethanol as pretreatment. *Food Research International*, p. 114586, 2024a.

[52] SANTOS, Newton Carlos *et al.* Breads formulated with avocado pulp powder as a fat substitute: Quality parameters and in vitro inhibition activities. *Journal of Food Science*, v. 89, n. 4, p. 2110–2123, 2024b.

[53] SAQUETI, Bruno Henrique Figueiredo *et al.* Influence of drying and roasting on chemical composition, lipid profile and antioxidant activity of jurubeba (Solanum paniculatum L.). *Journal of Food Measurement and Characterization*, v. 16, n. 4, p. 2749–2759, 2022.

[54] SAWALE, Pravin D. *et al.* Isomaltulose (Palatinose) – An emerging carbohydrate. *Food Bioscience*, v. 18, n. November 2016, p. 46–52, 2017.

[55] SILVA-ESPINOZA, Marilú Andrea *et al.* Impact of freeze-drying conditions on the sensory perception of a freeze-dried orange snack. *Journal of the science of food and agriculture*, p. 4585–4590, 2021.

[56] TAŞOVA, Muhammed. Effect of Pretreatments on the Valorization as Chips of Japanese Apple (Malus floribunda L.) Waste: Drying Kinetics, Color Quality and Energy Consumption. *Waste and Biomass Valorization*, n. 0123456789, 2023.

[57] VALLESPIR, Francisca *et al*. Ultrasound assisted low-temperature drying of kiwifruit: Effects on drying kinetics, bioactive compounds and antioxidant activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 99, n. 6, p. 2901-2909, 2019.

[58] VASCONCELOS, K.M.C.S.G. *et al.* Evaluation of nutritional composition of flour residue of mangaba processing. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, p. 1–9, 2023.

[59] YEASMIN, Farjana *et al.* The optimization of the drying process and vitamin C retention of carambola: An impact of storage and temperature. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 45, n. 1, p. 1–14, 2021.

Capítulo 12

A qualidade do mel de abelhas melíferas

Willhams Andrade Silva
Claudete Maria da Silva Moura
Alessandra Oliveira de Araújo
Laianne Oliveira Santos
Rafael Abílio de Sousa Silva
Glayciane Costa Gois

Resumo: Produto natural produzido por abelhas melíferas, o mel é um alimento bastante apreciado devido as suas propriedades nutricionais e terapêuticas. Sabendo do seu valor nutricional, é importante identificar se a sua composição físico-química (açúcares redutores, umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, teor de cinzas, pH, acidez, hidroximetilfufural, atividade diastásica, reações de Lund e Lugol) está de acordo com os limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente. Entretanto, alguns consumidores sequer conhecem a origem e especificações as quais garantem a qualidade do mel, muitas vezes, consumindo produtos que sofreram adulterações. O mel de abelha é um recurso valioso para a saúde humana. A sua produção promove a preservação das abelhas melíferas e a sustentabilidade ambiental. É fundamental garantir a qualidade e a autenticidade do mel, evitando adulterações. Conscientizar a população que este produto deve ser visto como alimento e não como remédio é de extrema importância para a cadeia produtiva da apicultura.

Palavras-chave: *Apis mellifera,* açúcares redutores, produto apícola.

1. INTRODUÇÃO

Os produtos apícolas têm sido utilizados há milénios devido às suas propriedades nutracêuticas e elevado valor nutritivo. Além do mel, o pólen, geleia real, própolis e cera de abelha são altamente cobiçados por possuírem compostos cosméticos e promotores de saúde (Camargo et al., 2022). Além disso, as abelhas fornecem serviços ambientais, polinizando as plantas, o que é um papel importante para a sustentabilidade agrícola, preservação da biodiversidade genética das plantas e do equilíbrio ecológico da flora (Martinho et al., 2022).

Dos produtos das abelhas, o mel é considerado o mais explorado, em função de ser um alimento e possuir potencial econômico para ser comercializado. No Brasil o consumo de mel in natura por parte da população brasileira ainda é baixo, sendo estimado em cerca de 0,07 kg por habitante/ano (Pereira et al., 2020). Assim a maior parte da produção nacional de mel é exportada para suprir a demanda de outros países. De acordo com Ferreira e Assis (2020), da produção total de mel brasileiro em 2018, foram exportadas 28,52 mil toneladas, correspondendo a cerca de 67% da produção nacional.

O mel é uma substância doce e viscosa, de odor característico, mas variável, produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores (mel floral) ou induzido como secreções vegetais pela ação de insetos sugadores (melato mel) (BANDEIRA et al., 2018). É um composto de açúcares como glucose, frutose e sacarose, enzimas, vitaminas e sais minerais, podendo também apresentar compostos fenólicos e flavonóides advindo do néctar das plantas (Moura et al., 2017).

Com a sua riqueza nutricional, o mel é considerado um produto único dotado de inúmeras propriedades terapêuticas, além de ser considerado o alimento mais puro da natureza, razão pela qual apresenta elevado valor econômico, o que incentiva a sua adulteração, caracterizando fraude. Uma vez que o mel não deve conter qualquer tipo de substância estranha, é terminantemente proibido efetuar a inserção de quaisquer elementos a sua composição original (Aparício et al., 2019).

Na literatura são encontrados vários estudos sobre a composição físico-química, microbiológica e sensorial do mel de abelhas melíferas e as relações entre os fatores ambientais que favorecem a produção e a criação de abelhas da espécie *Apis mellifera* L. (Queiroga et al., 2015; Souza et al., 2021; Dantas et al., 2022; Trevisol et al., 2022).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, o qual designa requisitos básicos de características sensoriais (cor, sabor, aroma e consistência), físico-químicas (maturidade, pureza e deterioração) e acondicionamento do mel, para que não ocorram adulterações no mel disponível ao mercado consumidor. Este Regulamento determina também critérios de práticas de higiene para elaboração do mel, além da proibição de aditivos e contaminantes (Brasil, 2000).

Neste contexto, é fundamental realizar análises que avaliem a qualidade dos méis produzidos e comercializados, com a finalidade de estabelecer parâmetros físico-químicos a cada tipo de mel ofertado ao consumidor (Freitas et al., 2022). Assim, abordaremos com essa revisão as características físico-químicas avaliadas em mel de abelha.

Objetivou-se apresentar as principais analises realizadas no mel de abelha como critérios de qualidade para atender ao mercado consumidor.

2. APICULTURA NO BRASIL: CENÁRIOS, PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO MEL

A abelha melífera (*Apis mellifera* L.) tem sua origem no Velho Mundo (Europa, África e Oriente Próximo), onde foi influenciada por diversos ambientes seletivos, o que as proporcionou seleções e melhoramentos adaptativos, se diversificando em subespécies. Nas Américas, os primeiros colonizadores europeus introduziram *Apis mellifera mellifera* e *Apis mellifera iberiensis*, seguido por introduções posteriores de raças do Leste Europeu, principalmente *Apis mellifera ligustica* (Guzman-Novoa et al., 2020).

No Brasil, a criação de abelhas teve início no século XVII com a chegada dos europeus e se desenvolveu no século XVIII, principalmente no Sul do país, tornando-se oficialmente conhecida como atividade produtiva em 1839, a atividade foi oficialmente conhecida como produtiva, após o padre Antônio Carneiro Aureliano, missionário da Companhia de Jesus, que importou 100 colônias de abelhas da espécie *Apis mellifera* de Portugal, com a finalidade de produzir cera e mel (Sacramento et al., 2023).

Segundo Trevisol et al. (2022) a apicultura é uma atividade inclusiva e diversificada, que pode ser desenvolvida com menor investimento, aliado a baixos custos operacionais. Possibilita o consórcio com outras atividades agropecuárias, e ainda proporciona a maximização da produtividade das colheitas por meio da polinização realizada em massa pelas abelhas. Esta atividade proporciona benefícios multissistémicos à sociedade, contribui para o desenvolvimento sustentável das zonas rurais e para a sustentabilidade global (Etxegarai-Legarreta e Sanchez-Famoso, 2022).

No Brasil, a apicultura tem avançado bastante nos últimos anos, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento socioeconômico de diversas comunidades rurais (Silva et al., 2021). Isto é realizado através da geração de bens e serviços que muitas vezes levam ao aumento da renda per capita das famílias, bem como de oportunidades importantes, pois contribui para a criação de empregos, direta e indiretamente, que estão tradicionalmente ligados a indústria (Etxegarai-Legarreta e Sanchez-Famoso, 2022).

A Embaixada do Brasil na Alemanha (2018) enfatiza que a cadeia produtiva brasileira envolve cerca de 350 mil apicultores, em sua maioria de agricultura/apicultura familiar. Centenas de associações e cooperativas de pequenos produtores e exportadores de mel geram 450 mil postos de trabalho no campo e 16 mil empregos diretos e indiretos no setor industrial. A Confederação Brasileira de Apicultura (CBA) estima que a quantidade de apicultores tenha se elevado em cerca de 4,5% nos últimos dez anos, e que a cadeia produtiva do mel movimente 360 milhões de dólares no Brasil. Santos et al. (2019) citam que a Região Nordeste ocupa a terceira posição da produção de mel no Brasil, com 7.534 toneladas, logo atrás do Sudeste, com 7.595, e do Sul, com 17.738 toneladas.

A atividade apícola no Brasil vem ganhando espaço no mercado internacional. Em 2020, o país ocupava o 5° lugar no ranking em exportações de mel com 45.728 toneladas, acumulando nos últimos 5 anos 221.442 toneladas de mel exportado. Se destaca na produção nacional a região Sul com 19.617 toneladas e o Nordeste com 19.329 toneladas, representando 75,5 ambas, enquanto as demais regiões com 9.693 toneladas constituindo 18,8% (ABEMEL, 2022). No entanto, a produção de mel no Brasil ainda é pequena, quando comparada a países como a China, Turquia, Irã e Argentina, estando o nosso país na 10ª posição do ranking classifica os maiores produtores de mel, com 51 mil toneladas (Trevisol et al., 2022).

A falta do entendimento da apicultura como a principal fonte de renda em relação às demais atividades agropecuárias, pode ser uma das justificativas para a posição do Brasil

no ranking das exportações (Oliveira et al., 2023). Segundo a ABEMEL (2022) no primeiro semestre de 2020, em relação ao do 2019, houve um crescimento de 60% nas exportações de mel destinadas ao mercado internacional. Já Silva et al. (2023) citam que em 2021 o Brasil atingiu o seu patamar mais elevado em quantidade e faturamento de mel exportado, exportando cerca de 47,20 toneladas de mel e faturando U$S 163,34 milhões. Um dos fatores responsáveis pelo crescimento das exportações de mel está relacionado ao cenário da pandemia de Covid-19, que incentivou a adoção de hábitos de alimentação mais saudáveis e, consequentemente, uma maior procura por mel em nível mundial (Abemel, 2022; Silva et al., 2023).

A região Nordeste brasileira se destaca como uma das poucas regiões do mundo com possibilidade de produzir mel em grande quantidade devido à vasta diversidade florística e de microclimas, aliados às grandes extensões de terra ainda inexploradas e isentas de atividade agropecuária tecnificada, que não utilizam agrotóxicos nas lavouras, tornando a região de maior potencial para a produção de mel orgânico em todo o mundo (Queiroga et al., 2015).

De acordo com Karam et al. (2022), a diversidade de flora encontrada na região Nordeste, aliada às condições climáticas favoráveis, a tornam altamente adequada para a apicultura, sendo que a sustentabilidade das abelhas auxilia na conservação da floresta. Portanto, a apicultura é uma alternativa econômica e ecológica para a conservação dos recursos naturais.

3. MEL

O mel é conceituado como um composto de açúcares com predominância de glicose e frutose advindo do néctar das plantas, produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas, ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (Instrução Normativa nº 11, de outubro de 2000; Brasil, 2000).

Duas reações ocorrem durante a transformação do néctar em mel: uma física, através da evaporação na colmeia e absorção no papo (vesícula melífera), e uma química, que atua sobre o néctar transformando a sacarose, através da enzima invertase, em glicose e frutose (Nicolson et al., 2022). Ocorrem mais duas reações, em escala menor, que consiste em transformar o amido do néctar, através da enzima amilase em maltose e a enzima glicose-oxidase transforma a glicose em ácido glicônico e peróxido de hidrogênio (Alaerjan et al., 2022).

O mel é um alimento de sabor doce e saboroso, consumido por seu alto valor nutritivo e por seus efeitos na saúde humana, com propriedades antioxidantes, bacteriostáticas, anti-inflamatórias e antimicrobianas, além de efeitos cicatrizantes (Alvarez-Suarez et al., 2014). A composição do mel depende da origem botânica e geográfica do néctar, a espécie da abelha, o nível de maturação, condições climáticas, além de outros fatores como as etapas de extração, processamento e armazenamento do mel realizadas pelo apicultor (Alves et al., 2021). Na tabela 1 são apresentados os componentes nutricionais do mel (Liberato e Morais, 2016; Bandini e Spisso, 2017).

O mel tem outra característica benéfica que é o seu baixo risco toxicológico, já que raramente sua ingestão tem sido associada a algum efeito maléfico. Sua habilidade

antimicrobiana está relacionada aos fatores físicos, como acidez e osmolaridade, e aos fatores químicos, com substâncias inibidoras, como o peróxido de hidrogênio e as substâncias voláteis e fenólicas (Romário-Silva et al., 2022).

Tabela 1. Nutrientes no mel de abelhas *Apis mellifera*

Componentes	Quantidade média
Frutose (%)	30,91 - 44,26
Glicose (%)	22,89 – 40,75
Umidade (%)	13,40 – 22,90
Açúcares redutores (%)	61,39 – 83,70
Sacarose (%)	0,25 – 7,60
pH	3,42 – 6,10
Acidez total (mEq/kg)	8,68 – 59,50
Proteína (mg/100g)	56,70 – 57,70
Vitaminas	
B1 (Tiamina) (mg/100g)	0,004 – 0,006
B2 (Riboflavina) (mg/100g)	0,002 – 0,060
Ácido Nicotínico (mg/100g)	0,110 – 0,360
B6 (Piridoxina) (mg/100g)	0,008 – 0,320
Ácido Pantotênico (mg/100g)	0,020 – 0,110
C (Ácido Ascórbico) (µm)	2,200 – 2,400
Minerais	
Cálcio (mg/100g)	4,000 – 30,000
Cloro (mg/100g)	2,000 – 20,000
Cobre (mg/100g)	0,010 – 0,100
Ferro (mg/100g)	1,000 – 3,400
Magnésio (mg/100g)	0,700 – 13,000
Fósforo (mg/100g)	2,000 – 60,000
Potássio (mg/100g)	10,000 – 470,000
Sódio (mg/100g)	0,600 – 40,000
Zinco (mg/100g)	0,200 – 0,500

Fonte: Adaptado de Liberato e Morais (2016) e Bandini e Spisso (2017).

No Brasil, a fiscalização e a orientação dos processos de produção do mel estão sobre a responsabilidade do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Este órgão estabelece instrumentos legais que visam regular ou fiscalizar os produtos provenientes da apicultura entre os estados brasileiros ou exportado deve passar pelo controle higiênico-sanitário, através dos critérios propostos pelas principais regulamentações referentes a apicultura (Silva et al., 2023):

I. Portaria nº 6 de 25 de julho de 1985: normatiza os aspectos higiênico-sanitários e tecnológicos para mel, cera de abelhas e derivados (Brasil, 1985);

II. Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000: aprova o regulamento técnico de qualidade e identidade do mel (Brasil, 2000);

III. Instrução Normativa nº 5 de 14 de fevereiro de 2017: estabelece as regras de inspeção e fiscalização sanitária referentes às instalações, dependências e equipamentos para as agroindústrias de pequeno porte de leite, mel e ovos (Brasil, 2017a);

IV. Decreto 9.013 de 29 de março de 2017: dispõe sobre o regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (Riispoa; Brasil 2017b).

Além destes instrumentos legais, o MAPA institui o a Instrução Normativa nº 17, de 6 de março de 2020, que estabelece os procedimentos para reconhecimento da equivalência do Serviço de Inspeção dos Estados (SIE), Municípios (SIM) e dos consórcios públicos de Municípios para adesão ao Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI-POA), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), ampliando a área de abrangência quanto a certificação, favorecendo que os produtos, além do mel, possam obter os serviços de inspeção de sanitária (Brasil, 2020).

Os critérios de fiscalização do mel têm por objetivos verificar e avaliar as boas práticas ao longo de toda a cadeia produtiva, monitorando os fatores de qualidade e de segurança higiênico sanitária do mel que será comercializado e fornecendo garantia de um sistema seguro e inócuo para disponibilização do produto aos consumidores (Bandini e Spisso, 2017).

Os méis são constantemente fiscalizados devido à falta de padronização. A fiscalização combate as adulterações realizadas no mel. Nesse sentido, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos são instrumentos de qualidade que devem ser aplicados ao vigor da legislação, para evitar alterações indesejáveis no mel (Souza et al., 2021).

A nível de comércio direto, Alves et al. (2021) reportaram que a comercialização do mel proveniente da agricultura familiar acontece principalmente em feiras locais, e que este tipo de comércio é do contexto social, cultural e histórico da sociedade, porém, a venda de produtos sem registros prevalece nesse comércio. A maioria dos méis nas feiras livres é ofertada sem o devido registro, monitoramento e controle que ateste sua qualidade, o que facilita a falsificação do produto. No entanto, com os Serviços de Inspeção Estadual (SIE) e Municipal (SIM), regulamentam a inspeção e fiscalização de agroindústrias que beneficiam e comercializam produtos de origem animal e vegetal em nível local. Com uma produção certificada é possível alcançar o mercado atacadista e varejista, permitindo que os agricultores familiares vendam de forma legalizada, saindo da clandestinidade e da ilegalidade, gerando benefícios para a economia e proteção à saúde pública (CDS-TIPNI, 2021).

4. CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO MEL

4.1. AÇÚCARES REDUTORES

Os açúcares redutores representam a maior parte na composição final do mel floral. Os principais constituintes dos méis são expressos em teor de glicose, e sua determinação indica que o mel não é verde ou parte da sacarose já foi convertida em glicose e frutose (Puscion-Jakubik et al., 2020). A frutose é o constituinte predominante no mel, sendo responsável pela doçura e sua alta higroscopicidade. A glicose por ter uma solubilidade menor quando comparada a frutose, determina a tendência da cristalização do mel (Weber et al., 2022).

4.2. UMIDADE

Parâmetro físico químico considerado o mais importante para manutenção da qualidade do mel, sendo o fator auxiliar em parâmetros como viscosidade, peso específico, cristalização e sabor, além de ser um indicativo importante da tendência à fermentação, influenciando principalmente na conservação do produto (Dantas et al., 2022), haja vista

que os microrganismos presentes no mel podem vir a fermentar os açúcares em casos de umidade elevada (Gois et al., 2013).

4.3. SACAROSE APARENTE

Dissacarídeo passível de hidrólise através da ação de ácidos diluídos ou enzimas (invertase), resultando nos monossacarídeos frutose e glicose (Manoochehri et al., 2020). Além da sacarose, é possível encontrar outros dissacarídeos, trissacarídeos e oligossacarídeos na composição do mel, expressando a sua riqueza energética (Pascual-Maté et al., 2018).

4.4. SÓLIDOS INSOLÚVEIS EM ÁGUA E TEOR DE CINZAS

Os sólidos insolúveis em água estão relacionados ao adequado processamento do mel, uma vez que os valores indicam apenas o que é proveniente do próprio processamento do mel da abelha, não podendo haver partículas ou fragmentos de insetos, de plantas e de grãos de pólen, além de outras sujidades (Melo et al., 2016).

Em relação as cinzas, estas estão presentes no mel em pequenas quantidades, apresentando principalmente os minerais cálcio, cobre, ferro, manganês, fósforo e potássio, considerados importantes e essenciais para o organismo humano, sendo último o mais abundante (Barros et al., 2016).

4.5. pH E ACIDEZ

O pH é um indicador de qualidade do mel altamente correlacionado com a sua acidez. Apesar deste parâmetro não ser definido como uma análise obrigatória, na Portaria nº 6 do MAPA são indicados que os méis devem apresentar valores de pH entre 3,3 e 4,6 (Brasil, 1985). Todos os méis são ácidos e o pH pode ser influenciado pela concentração de diversos ácidos, cálcio, sódio, potássio e outros constituintes das cinzas (Barbosa et al., 2014).

A acidez se dá pela presença de minerais e ácidos orgânicos (tartárico, cítrico, oxálico, acético, etc.), néctar ou secreções de abelhas. Sua variação (mel mais ou menos ácido) está ligada ao equilíbrio dos ácidos orgânicos naturalmente presentes no mel, a fonte floral e a espécie de abelha (Baloš et al., 2018). Os ácidos dos méis estão dissolvidos em solução aquosa e produzem íons de hidrogênio que promovem a sua acidez ativa, permitindo assim, indicar as condições de armazenamento e ocorrência de processos fermentativos (Queiroga et al., 2015).

4.6. HIDROXIMETILFUFURAL (HMF)

O Hidroximetilfufural é um indicador de segurança do mel. Consiste em um aldeído cíclico produzido pela degradação do açúcar através da reação de Maillard durante o armazenamento prolongado de mel. Quanto maior o teor de HMF no mel, menor será sua qualidade, pois com a formação do HMF, várias enzimas e vitaminas são destruídas (Shapla et al., 2018). Notari et al. (2020) descreveram que o mel de abelha possui pequena quantidade de HMF, que pode aumentar com o armazenamento prolongado associado à

temperatura ambiente alta elevada. Além disso, níveis elevados de HMF podem indicar adulteração (fraude) com açúcar comercial.

4.7. ATIVIDADE DIASTÁSICA

A diastase (α- e β-amilase) é considerada um importante índice para avaliar a qualidade do mel (Huang et al., 2019). O seu teor vai depender da origem e idade do mel além de ser muito sensível ao calor. De acordo com a legislação brasileira (Brasil 2000), para este parâmetro, é estabelecido, no mínimo 8 na escala Göthe e 3 sempre que o conteúdo de Hidroximetilfufural não exceda a 15 mg/kg de mel. Logo, baixos níveis de atividade diastásica indicam superaquecimento do mel por armazenamento inadequado ou aquecimento realizado de forma prolongada acima de 45º C (Lima et al., 2024),

4.8. REAÇÃO DE LUND

Reação quantitativa usada para determinação de precipitação de albuminoides (proteínas - componentes naturais do mel), pelo ácido tânico e água. Na presença ou ausência de precipitado formado no fundo da proveta no intervalo de 0,6 a 3,0 ml ou precipitado em excesso do referido intervalo, indica fraude (Salazar et al., 2017). De a cordo com Andrade (2021), informações acerca das características do material proteico no mel são escassas, pois a ocorrência de proteína em mel é utilizada na detecção de adulteração do produto comercial, sendo a prolina, um dos aminoácidos de maior quantidade presente no mel, representando cerca de 50 85 % do total.

4.9. REAÇÃO DE LUGOL

Teste colorimétrico qualitativo, indicativo para verificar a presença de amido e dextrinas no mel. Após a adição de solução de lugol a 5% (m/v) apresentará coloração marrom-avermelhada a azul, se houver a presença de glicose comercial, xaropes de açúcares e amido (Oliveira et al., 2023). A presença de amido e dextrinas no mel, são evidenciadas com o teste de Lugol (Buligon et al., 2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mel de abelha não é apenas um alimento delicioso, mas também repleto de benefícios nutricionais e terapêuticos. Sua composição faz dele um recurso valioso para a saúde humana. Além disso, seu uso na apicultura promove não apenas a preservação das abelhas melíferas, mas também a sustentabilidade ambiental. É fundamental garantir a qualidade e a autenticidade do mel, evitando adulterações.

REFERÊNCIAS

[1] ABEMEL. Associação Brasileira dos Exportadores de Mel. Dados Estatísticos do Mercado de Mel 2016 a 2021. 2022. Disponível em: https://shre.ink/aN86. Acesso em: 25 jan. 2023.

[2] ALAERJANI, W. M. A., ABU-MELHA, S., ALSHAREEF, R. M. H., AL-FARHAN, B. S., GHRAMH, H. A., AL-SHEHRI, B. M. A., BAJABER, M. A., KHAN, K. A., ALROOQI, M. M., MODAWE, G. A., & MOHAMMED, M. E. A. Biochemical reactions and their biological contributions in honey. Molecules, 27, e4719. 2022.

[3] ALVAREZ-SUAREZ, J. M., GASPARRINI, M., FORBES-HERNÁNDEZ, T. Y., MAZZONI, L. & GIAMPIERI,

F. The composition and biological activity of honey: a focus on manuka honey. Foods, 3, 420-432, 2014.

[4] ALVES, L. R. P., SOUZA, C. F., MAMEDE, A. M. G. N., LIMA, F. S. O. & LIMA, I. A. Perfis dos produtores, comerciantes e consumidores de mel da cidade de Barreiras-Bahia. Research, Society and Development, 10(15), e452101523140, 2021.

[5] ANDRADE, M. S. Consumo de mel da espécie *Apis mellifera* na região de morro de São Paulo – Cairu/Bahia. 2021. 42 f. Trabalho de conclusão de Curso - Graduação em Zootecnia, Faculdade da Amazônia, Campus Vilhena, Vilhena, 2021.

[6] BALOŠ, M. Z., POPOV, N., VIDAKOVIĆ, S., PELIĆ, D. L., PELIĆ, M., MIHALJEV, Z. & JAKŠIĆ, S. Electrical conductivity and acidity of honey. Arhiv veterinarske medicine, 11(1), 91 - 101, 2018.

[7] BANDINI, T. B. & SPISSO, B. F. Risco sanitário do mel no Brasil em relação a novas ameaças: resíduos e contaminantes químicos emergentes. Vigilância Sanitária Em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia, 5(1), 116 126, 2017.

[8] BARBOSA, T. F. S., SILVA, S. K. C. & MOSCATTO, J. A. Análises organolépticas, físico química e microbiológicas dos méis consumido no município de Anápolis-GO. Científic@ Multidisciplinary Journal, 8(1), 1-8, 2021.

[9] BARBOSA, L. S., MACEDO, J. L., SILVA, M. R. F. & MACHADO, A. V. Estudo bioquímico de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Caraúbas – RN. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 9(2), 45 - 51, 2014

[10] BARROS, D. C. B., CAMILLI, M. P.; MENDES, D. & DORSI, R. O. A importância dos sais minerais para abelhas *Apis mellifera* L. In: 5ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu, 24 - 27, out. 2016. Faculdade de Tecnológica de Botucatu. Botucatu, SP, 2016.

[11] BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 17, DE 6 DE MARÇO DE 2020 Estabelece os Procedimentos Para Reconhecimento da Equivalência e Adesão Ao Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI-POA), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA). Edição: 48, Seção: 1, Página: 2, 2020.

[12] BRASIL. Instrução Normativa nº 5 de 14 de fevereiro de 2017: estabelece as regras de inspeção e fiscalização sanitária referentes às instalações, dependências e equipamentos para as agroindústrias de pequeno porte de leite, mel e ovos. 12 p, 2017a.

[13] BRASIL. Decreto 9.013 de 29 de março de 2017: dispõe sobre o regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). 76p. 2017b.

[14] BRASIL. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Seção 1, Brasília DF, p. 16-17, 23 out. 2000.

[15] BRASIL. Portaria Nº 6, de 25 de Julho de 1985. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 19 p. 1985.

[16] BULIGON, C., PEGORARO, N., BERSCH, P., SALAZAR, R. F. S. & SALAZAR, L. N. Avaliação de fraudes em méis consumidos na região Noroeste do rio Grande do Sul. Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde, 16(2), 213-220, 2015.

[17] CDS-TIPNI. Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru. Termo de Referência para: Contratação de Consultor(a) Individual (SCI) Especializada para Apoio a Constituição e Execução do Serviço de Inspeção Municipal (SIM) nos Municípios do Território Piemonte Norte Do Itapicuru. Senhor do Bonfim, Bahia, 2021. Disponível em: https://shre.ink/aNUG. Acesso em: 26 fev. 2022.

[18] CHOU, W.M., LIAO, H.C., YANG, Y.C. & PENG, C.C. Evaluation of Honey Quality with Stored Time and Temperatures. Journal of Food and Nutrition Research, 8(10), 591-599, 2020.

[19] CUCU, A. A., BACI, G. M., MOISE, A. R., DEZSI, S., MARC, B. D., STÂNGACIU, S. & DEZMIREAN, D. S. Towards a better understanding of nutritional and therapeutic effects of honey and their applications in apitherapy. Applied Science, 11, e4190, 2021.

[20] DANTAS, J. D., SANTOS, S. C. S., SANTOS, T. C. L., SILVA, A. B. & CARVALHO, L. X. M. Análise físico-química do mel de abelhas comercializado no município de Frei Martinho-PB. Research, Society and Development, 11(10), 1-7, 2022.

[21] DIAS, I. M. S. & SABA, M. D. Caracterização palinológica de méis de *Apis mellifera* L. 1758 produzidos em área de Caatinga no estado da Bahia. 72ª Reunião Anual da SBPC. 3p, 2020.

[22] ERBAN, T., SHCHERBACHENKO, E., TALACKO, P. & HARANT, K. A single honey proteome dataset for identifying adulteration by foreign amylases and mining various protein markers natural to honey. Journal of Proteomics, 239, e104157, 2021.

[23] ETXEGARAI-LEGARRETA, O. & SANCHEZ-FAMOSO, V. The Role of Beekeeping in the Generation of Goods and Services: The interrelation between environmental, socioeconomic, and sociocultural utilities. Agriculture, 12, e551, 2022.

[24] FAKHLAEI, R., SELAMAT, J., KHATIB, A., RAZIS, A. F. A., SUKOR, R., AHMAD, S. & BABADI, A. A. The toxic impact of honey adulteration: a review. Foods, 9, e1538, 2020.

[25] FREITAS, E. P. B., CRAVEIRO, R. S., ASSUNÇÃO, J. M. B., ASSUNÇÃO, J. M. B., LOPES, Y. M. S., MODESTO JÚNIOR, E. N. & SOUZA, R. F. Caracterização físico-química em méis de abelhas produzidos no município de Cachoeira do Arari – Ilha de Marajó, Pará. Research, Society and Development, 11(3), e34811326532, 2022.

[26] GOIS, G. C., EVANGELISTA-RODRIGUES, A., SILVA, L. T., LIMA, C. A. B. & PESSOA, R. M. S. Estudo físico-químico e microbiológico do mel de apis mellifera comercializados no estado da Paraíba. Acta Veterinaria Brasilica, 9(1), 50-58, 2015.

[27] GUO, N., WANG, Q., SHEN, L., WANG, L. & ZHAD, Y. An effective and economic method to produce re-ripe honey with honeybee colonies. Food Science and Technology, 39(2), 510-516, 2019

[28] GUZMAN-NOVOA, E., MORFIN, N., DE LA MORA, A., MACÍAS-MACÍAS, J. O., TAPIA-GONZÁLEZ, J. M., CONTRERAS-ESCAREÑO, F., MEDINA-FLORES, C. A., CORREA-BENÍTEZ, A. & QUEZADA-EUÁN, J. J. G. The process and outcome of the africanization of honey bees in Mexico: Lessons and future directions. Frontiers in Ecology and Evolution, 8, e608091.

[29] HUANG, Z., LIU, L., LI, G., LI, H., YE, D. & LI, X. Nondestructive determination of diastase activity of honey based on visible and near-infrared spectroscopy. Molecules, 24, e1244, 2019.

[30] IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4ª ed., 1020 p., 2008.

[31] KARAM, V. M., SILVA, T. M. S. & SANTOS, F. A. R. Pollen profile of bee pollen from semiarid Northeastern Brazil. Acta Botanica Brasilica, 36, e20220205, 2022.

[32] KROLOW, A. C., FERRI, N. M. L., FONSECA, L. X., BENTO, A. F., FIGUEIRA, K. U., & LIMA, F. M. Estabilidade físico-química de amostras de méis da região Sul do Rio Grande do Sul no período de armazenamento. Brazilian Journal of Development, 6(4), 19796-19806, 2020.

[33] LIBERATO, M. C. T. C. & MORAIS, S. M. Produtos apícolas do Ceará e suas origens florais: características físicas, químicas e funcionais. 1ª ed., Fortaleza-CE: EdUECE, 2016.

[34] LIMA, P. L. A., LACERDA, L. M., RIBEIRO, A. C., TENÓRIO, E. G., ROSÁRIO, C. J. R. M., MARTINS, A. G. B., SIQUEIRA, C. L. C., LIMA, M. D. R. & COSTA, L. C. S. QUALIDADE DO MEL COMERCIALIZADO INFORMALMENTE EM SÃO LUÍS, MARANHÃO (Capítulo 9). In: BAUERMANN, C. C. Inovações em ciência de alimentos: da produção à nutrição 2. Ponta Grossa - PR: Atena, pp. 122-129, 2024.

[35] MACEDO, J. D. B., ALVES, A. P. P., & CARVALHO, J. M. S. Perfil da apicultura racional no município de Senhor do Bonfim. Bahia Agrícola, 5(2), 20-23, 2002.

[36] MAICELO-QUINTANA, J. L., REYNA-GONZALES, K., BALCAZAR-ZUMAETA, C. R., AUQUINIVIN-SILVA, E. A., CASTRO-ALAYO, E. M., MEDINA-MENDOZA, M., CAYO-COLCA, I. S., MALDONADO-RAMIREZ, I., & SILVA-ZUTA, M. Z. Potential application of bee products in food industry: An exploratory review. Heliyon, 10, e24056, 2024.

[37] MANOOCHEHRI, H., HOSSEINI, N. F., SAIDIJAM, M., TAHERI, M., REZAEE, H. & NOURI, F. A review on invertase: Its potentials and applications. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 25, e101599, 2020.

[38] MARSARO JÚNIOR, A. L., BARRETO, A. L. H., PEREIRA, F. M., SATTLER, A., SILVA, D. A., PEREIRA, L. A. & BLOCHTEIN, B. Caracterização físico-química e palinológica de mel de *Apis mellifera*, obtido a partir de florada de canola, de municípios do rio Grande do Sul, Brasil. Revista Científica Intelletto Venda Nova

do Imigrante, ES, Brasil, 7(1), 108 –126, 2022.

[39] MELO, C. M. T., SILVA, V. S. & QUEIROZ, C. R. A. A. Características físico-químicas do mel comercializado na região de Uberlândia. Ambiência Guarapuava (PR), 12(2), 739 – 763, 2016.

[40] MOURA JÚNIOR, J. M. N., NEGRÃO, C. A. B., ROCHA, R. M., SOUZA, E. C. & SILVA, A. S. Estudo físico químico e quimiométrico de méis do estado do pará. Revista Virtual de Química, 13(1), 222-223, 2021.

[41] NICOLSON, S. W., HUMAN, H. & PIRK, C. W. W. Honey bees save energy in honey processing by dehydrating néctar before returning to the nest. Scientific Reports, 12, e16224, 2022.

[42] NOTARI, L. M. M., MALINVERNO, E. & ALVES, M. K. Análise físico química e de rotulagem do mel consumido em Caxias do Sul RS. Revista Uningá, 35(1), e3603, 2020.

[43] OKANEKU, B. M., SOUZA, A. Q. L., ARAÚJO, D. L., ALVES, T. C. L., CARDOSO, D. N. P. & SANTOS, W. G. Análise físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). Revista Brasileira de Desenvolvimento, 6(4), 18607– 18620, 2020.

[44] OLAS, B. Honey and its phenolic compounds as an effective natural medicine for cardiovascular diseases in humans? Nutrients, 12, e283, 2020.

[45] OLIVEIRA, A. M., CERQUEIRA, U. C. & CHAVES, A. C. T. A. Adulteração de mel: análises físico-químicas de méis comercializados no município de Feira de Santana-BA. 2023. Revista FT.

[46] PASCUAL-MATÉ, A., OSÉS, S. M., S. M., MARCAZZAN, G. L., GARDINI, S., MUIÑO, M. A. F. & SANCHO, M. T. Sugar composition and sugar-related parameters of honeys from the northern Iberian Plateau. Journal of Food Composition and Analysis, 74, 34-43, 2018.

[47] PEREIRA, J. R., CAMPOS, A. N. R., OLIVEIRA, F. C., SILVA, V. R. O., DAVID, G. F., SILVA, J. G., NASCIMENTO, W. W. G., SILVA, M. H. L. & DENADAI, A. M. L. Physical-chemical characterization of commercial honeys from Minas Gerais, Brazil. Food Bioscience, 36, e100644, 2020.

[48] PUSCION-JAKUBIK, A., BORAWSKA, M. H. & SOCHA, K. Modern methods for assessing the quality of bee honey and botanical origin identification. Foods, 9, e1028, 2020.

[49] QUEIROGA, C. F. M. A., LEITE FILHO, F. G., MACHADO, A. V. & COSTA, R. O. Cadeia Produtiva do Mel de Abelhas: Fonte Alternativa de Geração de Renda para Pequenos Produtores e Qualidade Físico-química do Mel. Revista Brasileira de Agrotecnologia, 5(1), 24-30, 2015.

[50] SALAZAR, L. N., FREITAS, A. B. B., LUZ, M. V., BERSCH, P. & SALAZAR, R. F. S. Physicochemical characterization of honey from different regions in Rio Grande do Sul State labeled with different inspection service stamps. Ciência e Natura, 39(3), 656-665, 2017.

[51] ROMÁRIO-SILVA, D., ALENCAR, S. M., BUENO-SILVA, B., SARDI, J. C. O., FRANCHIN, M., CARVALHO, R. D. P., FERREIRA, T. E. S. A. & ROSALEN, P. L. Antimicrobial activity of honey against oral microorganisms: current reality, methodological challenges and solutions. Microorganisms 10, e2325, 2022.

[52] SACRAMENTO, A. J. R., DUARTE, N. F., ARAUJO, A. H., RIBEIRO, L. A., & CORRÊA, E. J. A. Brazilian honey and its therapeutic properties. Capitulo 1. In: Imran, M., Ahmad, M. H. & Ahmad, R. S. Honey - Composition and Properties, pp. 1 – 14. IntechOpen, London, 2023.

[53] SANTOS, C. A., PIRES FILHO, P. C. S. & BRITO, D. R. B. Caracterização produtiva e socioeconômica dos apicultores da região metropolitana da ilha de São Lís – Maranhão. Brazilian Journal of Animal Environmental Research, 2(5), 1602-1614, 2019.

[54] SHAPLA, U. M., SOLAYMAN, M., ALAM, N., KHALIL, M. I., & GAN, S. H. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. Chemistry Central Journal, 12, e35, 2018.

[55] SILVA, E. L. O., BRANDALIZE, R. P., BORGES, F. C., ESPINDOLA, J. S. & LEONARDI, A. O potencial do mercado internacional de mel a partir da legislação e normas para exportação. Revista Gestão e Secretariado (GeSec), 14(6), 9395-9419, 2023.

[56] SILVA, H. B., SOUSA, S. S. & DAMIÃO, G. S. Apicultura em Campo Maior, Piauí: Perfil do apicultor, potencialidades e dificuldades da atividade. Revista Verde, 17(1), 35-43, 2022.

[57] SOUZA, C. F., ALVES, L. R. P., TULINI, F. L., MAMEDE, A. M. G. N., SANTANA, A. C. B. A. & LIMA, Í. A. Parâmetros de qualidade dos méis inspecionados comercializados na cidade de Barreiras-Bahia. Research,

Society and Development, 10(1), e28710110959, 202.

[58] TREVISOL, G., BUENO, P. M., OLIVEIRA, J. P. L. & MACEDO, K. G. Panorama econômico da produção e exportação de mel de abelha produzidos no Brasil. Revista de Gestão e Secretariado, 13(3), 352–368, 2022.

[59] WEBER, M., MEIXNER, M., DASBACH, R., ROZHON, W. & DASBACH, M. Analysis of sugar crystal size in honey. MethodsX, 9, e101823, 2022.

Capítulo 13

Monitoramento da temperatura em refeições transportadas de uma Unidade de Alimentação e Nutrição no Planalto Norte Catarinense, Brasil

Calinca Skonieski
Cassiani Gotama Tasca
Christian Carpeggiani Giotto
Carlos Eduardo Barão

Resumo: O estudo teve como objetivo avaliar o monitoramento e controle da temperatura na etapa de distribuição de refeições transportadas em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) localizada no Planalto Norte Catarinense, responsável por fornecer refeições para unidades contratantes. Temperaturas de nove preparações (uma salada crua, uma salada cozida, o prato base composto por arroz e feijão, duas guarnições, dois tipos de pratos proteicos servidos em porções e uma sobremesa) foram aferidas em três momentos: após a cocção (Momento 1), na chegada ao refeitório (Momento 2) e ao final do horário de distribuição (Momento 3), totalizando 81 aferições em três dias não consecutivos. Os resultados mostraram que 76,54% das aferições estavam fora dos padrões recomendados pela legislação brasileira, com 68,51% das temperaturas das preparações quentes e 92,59% das frias inadequadas. Os maiores índices de inadequação ocorreram no Momento 3 (100%), seguido pelo Momento 2 (77,77%) e Momento 1 (51,85%). Preparações específicas, como saladas e sobremesas, apresentaram uma alta frequência de inadequação (100% e 77,77%, respectivamente). Conclui-se que a distribuição das refeições apresenta deficiências no controle de temperatura, especialmente ao final do horário de consumo, indicando a necessidade de melhorias nos processos para assegurar a inocuidade de alimentos.

Palavras-chave: segurança de alimentos, temperatura, tempo.

1. INTRODUÇÃO

Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) é um ambiente de trabalho voltado para a produção de refeições, com o objetivo de garantir a oferta de alimentos nutricionalmente equilibrados e seguros. As UANs visam proporcionar refeições em condições adequadas de higiene, utilizando um ambiente físico estruturado para atender às normas de segurança de alimentos e controle de riscos (Rio de Janeiro, 2020). De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas, em 2021, o setor de alimentação coletiva foi responsável pelo fornecimento de 35,5 milhões de refeições diárias (ABERC, 2021). Nesse sentido, surge preocupação com a qualidade em que essas refeições estão sendo servidas, uma vez que o controle deficiente da qualidade dos alimentos por órgãos públicos e privados impacta significativamente na ocorrência de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) (Draeger et al., 2018).

Conforme o Ministério da Saúde, as DTHA ocorrem quando alimentos ou água servem como meio de transmissão de microrganismos nocivos ou substâncias tóxicas que podem comprometer a saúde. A ocorrência de DTHA pode se dar por meio de procedimentos incorretos que estão ligados a falhas relacionadas ao uso de matéria prima de qualidade inferior, hábitos dos funcionários incorretos e condições irregulares de produção (Brasil, 2024). Dessa maneira, medidas de segurança nas etapas de recepção, armazenamento, preparo e distribuição são essenciais para que não ocorra condições favoráveis para a multiplicação de microrganismos (Ávila et al., 2016).

Nesse contexto, o binômio tempo e temperatura é uma ferramenta de controle, que irá auxiliar qualidade do processo de produção das refeições, uma vez que a multiplicação de microrganismos ocorre quando os alimentos cozidos e refrigerados são expostos à temperatura ambiente por determinado tempo (Oliveira; Silva, 2023). Vale ressaltar que quanto maior for o tempo de exposição dos alimentos na zona de perigo (entre 10 ºC e 60 ºC), maior o risco de sobrevivência e multiplicação de microrganismo. Atualmente, a RDC n° 216/2004, junto com a Portaria CVS n° 5/2013, estabelece normas para controlar o tempo e a temperatura durante a recepção, armazenamento, preparo, distribuição e transporte de alimentos. Essas regulamentações visam garantir a qualidade e segurança dos alimentos, prevenindo contaminações e assegurando que sejam mantidas condições adequadas durante todas as etapas do processo (Brasil, 2004; São Paulo, 2013).

Uma das etapas consideradas críticas é o transporte de refeições. O transporte de refeições é uma das várias modalidades de distribuição que podem ser utilizadas pela UAN, sendo que refeição transportada se caracteriza pela produção das preparações em um local distinto do local de distribuição. Essa modalidade de distribuição é utilizada quando os locais de distribuição não possuem estrutura apropriada para sua produção, vale ressaltar, que as refeições transportadas podem apresentar menor custo com equipamentos e mão-de-obra. Entretanto, essa modalidade de refeições está relacionada a um maior tempo entre a produção e o consumo o que pode influenciar a um maior risco aos consumidores (Silva Jr., 2007).

Dessa maneira, um controle correto tanto das condições higiênico-sanitárias e do binômio tempo e temperatura são de extrema importância, ainda mais quando a modalidade de refeições se caracteriza por refeições transportadas. Por isso, o objetivo do estudo foi avaliar a temperatura na etapa de distribuição das refeições transportadas em uma UAN localizada no Planalto Norte Catarinense.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. LOCAL DA PESQUISA

O estudo foi desenvolvido em uma UAN localizada no Planalto Norte do estado de Santa Catarina. A UAN em questão serve um total de 360 comensais por dia (entre almoço e jantar) e fornece refeições para um total de 4 empresas. Neste estudo, foram avaliadas as temperaturas das preparações servidas apenas para uma das empresas contratantes.

A modalidade de distribuição utilizada pela UAN é transportada, sendo as refeições produzidas na unidade central e transportadas em cubas acondicionados em caixas térmicas de isopor, para o refeitório de cada unidade contratante. Nesta unidade, os cardápios oferecidos pela UAN incluíam uma salada crua e uma salada cozida, o prato base composto por arroz e feijão, duas opções de guarnições, dois tipos de pratos proteicos servidos em porções, uma sobremesa que poderia ser fruta ou doce, e suco como bebida.

A unidade central conta com um total de doze funcionários, e a preparação das refeições inicia às cinco horas da manhã. Entre nove e onze horas, as preparações estão prontas para serem transportadas em caixas térmicas. O tempo de transporte entre a cozinha central e o local de distribuição é de quinze minutos, e o horário de almoço começa ao meio-dia e termina às treze horas.

2.2. COLETA DE DADOS

Realizou-se o acompanhamento da etapa de distribuição das refeições transportadas, com verificação da temperatura de nove preparações (uma salada crua, uma salada cozida, o prato base composto por arroz e feijão, duas guarnições, dois tipos de pratos proteicos servidos em porções e uma sobremesa) em três momentos distintos ao longo de três dias não consecutivos, totalizando 81 aferições de temperatura.

As temperaturas das preparações foram verificadas e registradas com auxílio de um termômetro do tipo Digital Tp101 Espeto Alimento Cozinha calibrado, em três momentos diferentes: após cocção (Momento 1), na chegada ao local de distribuição/unidade contratante (Momento 2) e após o almoço (última pessoa a se servir – Momento 3). Vale ressaltar, que foram realizadas 3 aferições em pontos distintos da preparação e depois foi calculada a média e o desvio padrão. Além disso, foi cronometrado o tempo de transporte e exposição em cada um dos momentos supracitados com auxílio de um cronometro.

2.3. ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente os dados foram organizados em uma planilha do Microsoft Excel. Após isso, as temperaturas coletadas durante o processo de aferição foram comparadas àquelas que são indicadas pelas legislações brasileiras de alimentos vigentes CVS 5/20131 (São Paulo, 2013) e RDC 216/2004 (BRASIL, 2004), que regulamentam a distribuição de alimentos quentes a temperatura ≥ 60 ºC por, no máximo, seis horas e de preparações frias até 10 ºC por, no máximo, 4 horas. E assim as temperaturas foram classificadas em adequadas ou inadequadas.

3. RESULTADOS

As preparações ficaram prontas na unidade central por volta das 9:30 – 10:00 horas, e nesse momento foi realizada primeira aferição de temperatura (Momento 1). Depois dessa etapa as refeições eram transportadas em caixas térmicas de isopor, via automóvel em condições adequadas, por aproximadamente quinze minutos. Ao chegar no refeitório da unidade contratante, as preparações eram colocadas no balcão térmico por volta das 11:00 – 11:30 horas e logo em seguida era realizado a segunda aferição da temperatura (Momento 2). Sendo que após o final da distribuição, quando o último cliente se servia por volta das 12:40 – 13:00 horas, ocorreu a terceira e última aferição da temperatura (Momento 3). Essas informações se encontram na Tabela 1, 2 e 3.

Tabela 1. Médias das temperaturas das preparações transportadas no dia 1

Dia 1			
Preparação	**Momento 1 (9:30) °C**	**Momento 2 (11:30) °C**	**Momento 3 (13:00) °C**
Arroz Branco	76,60± 0,10	53,07± 0,42*	44,43± 0,21*
Feijão Preto	87,63± 1,11	63,20± 0,20	53,00± 0,20*
Macarrão com Molho Vermelho	63,00± 0,10	55,87± 0,67*	43,13± 0,55*
Repolho Refogado	50,57± 0,06*	48,87± 0,55*	42,50± 0,26*
Cenoura Cozida	25,67± 0,37*	24,33± 0,15*	23,37± 0,15*
Alface Lisa	24,13± 0,06*	24,07± 0,21*	23,70± 0,26*
Empadão de Frango	91,73± 0,47	46,27± 0,15*	33,57± 0,6*
Bife Acebolado	48,00± 1,82*	51,03± 0,72*	37,42± 0,15*
Sagu com Creme	9,20± 0,10	16,27± 0,21*	21,20± 0,10*

*Temperaturas inadequadas.

Tabela 2. Médias das temperaturas das preparações transportadas dia 2

Dia 2			
Preparação	**Momento 1 (9:30) °C**	**Momento 2 (11:30) °C**	**Momento 3 (13:00) °C**
Arroz Branco	66,07± 0,15	43,30± 0,10*	32,37± 0,31*
Feijão Preto	68,60± 0,36	50,20 ± 0,10*	32,80 ± 0,10*
Nhoque	76,20± 0,36	60,30 ± 0,10	35,06± 0,45*
Bolinho de Banana	37,80± 0,30*	30,33 ± 0,21*	25,20± 0,10*
Beterraba Cozida	25,33 ±0,64*	23,27 ±0,32*	26,42± 0,32*
Pepino	23,63± 0,21*	25,63 ±0,06*	22,80± 0,61*
Filé de Frango Grelhado	55,70± 0,10*	44,40± 0,56*	26,90± 0,10*
Carne de Panela	93,37± 0,21	68,83± 0,12	40,40± 0,10*
Mousse de Limão	9,50± 0,10	12,73± 0,15*	21,57± 0,55*

*Temperaturas inadequadas.

Tabela 3. Médias das temperaturas das preparações transportadas dia 3

Dia 3			
Preparação	**Momento 1 (9:30) °C**	**Momento 2 (11:30) °C**	**Momento 3 (13:00) °C**
Arroz Branco	53,63± 0,06*	41,77± 0,15*	31,57± 1,25*
Feijão Preto	82,30± 1,10	63,23± 0,15	36,33± 0,21*
Batata Chips	35,97± 0,32*	33,00± 0,20*	32,57± 0,06*
Farofa com Bacon	18,87± 0,45*	23,27± 0,21*	25,57± 0,81*
Tomate	21,67± 0,15*	20,70± 0,20*	19,33± 0,15*
Alface Roxa	21,50± 0,36*	20,37± 0,06*	18,90± 0,10*
Lasanha de Queijo e Presento	72,03± 0,38	60,40± 0,20	43,60± 0,15*
Sobrecoxa Crocante	63,77± 1,01	61,23± 0,50	42,93± 1,39*
Salada de Fruta	15,33± 0,51*	15,37± 0,38*	15,40± 0,10*

*Temperaturas inadequadas.

Nesse sentido, verificou-se que das 81 aferições das temperaturas das preparações realizadas 76,54% (n=62) estavam inadequadas. No que se refere as preparações quentes, das 54 aferições de temperaturas realizadas, 68,51% (n=37) das temperaturas das preparações apresentaram-se fora dos padrões recomendados pela RDC 216 de 15/09/2004. No que diz respeito as preparações frias, das 27 aferições de temperaturas realizadas, 92,59% (n=25) das temperaturas das preparações se apresentam inadequadas em relação as temperaturas recomendadas pela Portaria CVS 5 de 09/04/2013.

Fazendo uma análise mais detalhada 61,11% (n=11) das temperaturas dos pratos base (feijão e arroz), 83,33% (n=15) das guarnições, 61,11% (n=11) prato proteico, 100% (n=18) das saladas e 77,77% (n=7) das sobremesas estavam inadequadas quando comparada aos parâmetros da RDC 216 de 15/09/2004 e da Portaria CVS 5 de 09/04/2013. Sendo que os dias com maiores porcentagens de inadequações nas temperaturas foram o dia 1 e o dia 3 com 77,77% (n= 21), e por fim o dia 2 com 74,07% (n=20) de inadequações nas temperaturas das preparações. Vale ressaltar que no dia 1 o balcão estava com problema para aquecer e assim manter a temperatura. No que diz respeito aos 3 momentos de aferição da temperatura, o momento 3 foi o que apresentou maior índice de temperaturas inadequadas com 100% (n= 27) das temperaturas consideradas inadequadas, seguido do Momento 2 com 77,77% (n=21) e do Momento 1 com 51,85% (n=14).

A temperaturas mínimas e máximas observadas foram: prato base (31,57 °C – 87,63 °C), guarnição (18,87 °C – 76,20 °C), prato proteico (26,90 °C – 91,73 °C), saladas (18,90 °C – 26,42 °C) e por fim sobremesas (9,20 °C – 21,57 °C).

4. DISCUSSÃO

Na literatura é possível observar que segundo a RDC 216 a temperatura para a conservação dos alimentos quentes, após submetidos ao processo de cocção é preciso ser superior a 60 °C por no máximo 6 horas (contabilizados a partir do momento que o fogo é desligado) para que dessa maneira não favoreça a multiplicação dos microrganismos (Brasil, 2004). Em relação aos pratos quentes foi observado que as preparações com maiores inadequações foram a guarnição seguida do prato base e do prato proteico. Esse fato pode ser explicado pela dificuldade do planejamento do cardápio quando se refere a guarnições em UANs que transportam refeições, uma vez que preparações com menores

teores de água (macarrão, farofa, batata chips, bolinho de banana) tendem a perder a temperatura mais rapidamente (Marinho; Souza; Ramos, 2009).

No que diz respeito ao prato proteico, alguns fatores podem estar relacionados, já que preparações que apresentam menor quantidade de água e maior superfície colaboram para a perda de calor, por exemplo, bifes sem molhos e filé de frango (Penedo et al., 2015). Além disso, no presente estudo obteve-se uma grande porcentagem de inadequação no prato base, diferentemente de outros estudos que apresentaram altas porcentagens de adequação nessas preparações (Lira; Castro; Fonseca, 2019; Peixoto; Carneiro; Cardoso, 2020). Sendo que, os autores que apresentam adequação na temperatura dessas preparações ressaltam que aquosidade pode estar aliada ao fato da conservação da temperatura por um período maior de tempo (Lira; Castro; Fonseca, 2019; Nascimento et al., 2016).

O calor é capaz de destruir a maioria dos microrganismos, entretanto se a temperatura após a cocção se tonar irregular pode ocorrer recontaminação e/ou multiplicação. Portanto, as preparações que forem submetidas ao calor devem ser logo após já consumidas ou conservadas de maneira adequada para que a temperatura seja mantida (Gonçalves; Garcia-Gomes, 2024). Vale ressaltar, que a UAN em questão oferece preparações que em sua grande maioria, apresentam-se sem caldos ou molhos e essas preparações favorecem a perda da temperatura. Portanto, para que houvesse uma melhora na adequação das temperaturas poderiam ser sugeridas preparações que retenham mais o calor. Também seria interessante a implantação de procedimentos operacionais padrão para que dessa maneira seja realizado o monitoramento das temperaturas e que quando as mesmas se apresentarem inadequadas seja estabelecido ações corretivas padronizadas (Peixoto; Carneiro; Cardoso, 2020).

As preparações frias segundo a CVS necessitam apresentar temperatura até 10 ºC por no máximo, 4 horas. Assim em nosso estudo 92,59% das temperaturas das preparações estavam inadequadas. Vale ressaltar, que das preparações frias, 100% das saladas apresentaram inadequações nas temperaturas. Esse dado corrobora com os dados encontrado na literatura onde saladas também apresentaram inadequações (lira; castro; fonseca, 2019; Peixoto; Carneiro; Cardoso, 2020). De acordo com Bozatski, Moura e Novello, a inadequação das temperaturas em saladas cozidas ocorre porque os ingredientes são preparados muito próximos ao momento da distribuição, sem serem refrigerados antes de montar a salada. Assim, uma solução para melhorar a temperatura dessas saladas seria cozinhar ou hidratar os ingredientes e depois armazená-los a 5°C (Bozatski; Moura; Novello, 2011).

Preparações servidas frias e assim consideradas potencialmente perigosos (sobremesas cremosas, salpicões, maioneses e algumas preparações à base de frios e laticínios) necessitam ser conservados a temperaturas menores a 10 °C (máximo 4 horas) (ABERC, 2015). Além disso, segundo Alves e Ueno et al., (2010) a inadequação das preparações frias pode ocorrer pela ausência de equipamentos adequados de refrigeração e muitas vezes por parte dos manipuladores em realizar a refrigeração de maneira incorreta.

Neste estudo foi nítido observar que o Momento 3 foi o que apresentou maior porcentagem de inadequações nas temperaturas. Esse resultado pode estar associado pelo início precoce da cocção das preparações, exposição do alimento a temperatura ambiente por tempo prolongado e falta de equipamentos que mantenham a temperatura ideal (Alves; Ueno, 2010; Lira; Castro; Fonseca, 2019). Segundo Abreu et al., (2012) em um estudo realizado em uma UAN que utiliza o serviço de refeições transportadas, foi

observado que as temperaturas mensuradas no período de montagem das refeições normalmente se encontravam acima de 65 ºC. Entretanto, a temperatura final encontrou-se inferior a 60 ºC. Ainda ressaltam que a infraestrutura do local que recebe as refeições, manutenção da temperatura são de suma importância para que não ocorra crescimento de microrganismos e assim não ocorra riscos de toxinfecções (Abreu et al., 2012). Além disso, neste estudo foi possível observar que as preparações quando prontas são dispostas em cubas que ficam dentro de caixas de isopor, ainda na unidade central. Entretanto, essas caixas ficam próximas a porta de entrada, em um ambiente cuja circulação de ar é maior, o que de certa forma pode auxiliar as trocas térmicas entre o produto e o meio em contato com o mesmo, contribuindo para a baixa temperatura.

Como citado anteriormente, o fator mais preocupante aliado ao fato de as preparações não estarem em temperaturas adequadas, além do sensorial é a proliferação de microrganismos e o risco que isso pode acarretar na saúde do cliente. Temperatura entre 7 °C e 48 °C pode facilitar a proliferação de *Salmonella sp*., que pode estar associada a cólicas abdominais, náuseas e febre. *Listeria monocytogenes* apresenta temperatura ideal para proliferação de 1 °C e 45 °C podendo causar náusea, vômito e até mesmo evoluir para meningite. *Escherichia coli* apresenta temperatura ideal entre 8 °C e 48 °C e pode causar diarreia, fortes cólicas abdominais e, em alguns casos febre (Peixoto; Carneiro; Cardoso, 2020). No Brasil, entre 2009 e 2019, foram reportados 7.674 surtos de DTHA à Vigilância Sanitária, resultando em 109 óbitos. A região Sudeste foi responsável pela maior parte (39,71%) das notificações. Entre os 10 principais agentes etiológicos, a bactéria *Escherichia coli* foi identificada em 29% dos casos, seguida por *Salmonella spp.* (17%) e *Staphylococcus aureus* (16%). Além disso, alimentos mistos foram associados a 24,39% das refeições envolvidas nos surtos (Amaral et al., 2021).

Por isso, a importância de um controle rigoroso na temperatura das preparações aliada ao tempo de exposição para o consumo conforme preconizado pela legislação é de suma importância e precisa ser seguido.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados foi possível encontrar grande porcentagem de inconformidades da temperatura das preparações quando comparadas com a legislação, uma vez que a UAN não realiza esse controle de maneira adequada. O binômio tempo e temperatura é importante para que o produto final ofertado tenha qualidade e que assim seja evitado a proliferação de microrganismos patogênicos, garantindo a segurança do consumidor. Dessa forma, é aconselhável que para garantir a segurança do alimento e o controle adequado das temperaturas durante a distribuição de refeições, é essencial implementar um sistema de monitoramento contínuo de temperatura em todas as etapas. Investimentos em equipamentos de qualidade são igualmente importantes para a manutenção eficaz de temperaturas ideais para preparações quentes e frias. Além disso, capacitar a equipe regularmente em boas práticas de manipulação e controle de temperatura contribui para a conformidade com os padrões de segurança. Por fim, avaliar e ajustar os fluxos de produção permite minimizar a exposição das preparações a temperaturas inadequadas, garantindo assim a qualidade e segurança das refeições servidas.

REFERÊNCIAS

[1] ABERC. **Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas**. Disponível em: <https://www.aberc.com.br/historia-e-mercado/>. Acesso em: 26 nov. 2024.

[2] ABREU, E. S. DE et al. Monitoramento da temperatura de refeições quentes transportadas porcionadas. **e-Scientia**, v. 5, n. 1, p. 03–08, 2012.

[3] ALVES, M. G.; UENO, M. Self-service restaurants: Food safety and sanitary quality. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 573–580, 2010.

[4] AMARAL, S. M. B. et al. PANORAMA DOS SURTOS DE DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 2009 A 2019. **RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia**, v. 2, n. 11, p. 1–16, 2021.

[5] ÁVILA, M. DE O. et al. A importância do controle das condições microbiológicas e higiênico sanitárias na prevenção de doenças transmitidas por alimentos - uma revisão de literatura. **Instituto Federal de Sergipe - IFS**, n. 1, p. 1–12, 2016.

[6] BOZATSKI, L. C.; MOURA, P. N.; NOVELLO, D. Análise do binômio tempo x temperatura na distribuição de alimentos em unidades de alimentação e nutrição comerciais do município de Guarapuava, Paraná. **Revista Higiene Alimentar**, v. 161, n. 76, 2011.

[7] BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 216, de 15 de setembro de 2004.** Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html>.

[8] BRASIL. **Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA)**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha>. Acesso em: 26 nov. 2024.

[9] DRAEGER, C. L. et al. Brazilian Foodborne Disease National Survey: Evaluating the Landscape after 11 Years of Implementation to Advance Research, Policy, and Practice in Public Health. **Nutrient**s, 2018.

[10] GONÇALVES, F. DE F.; GARCIA-GOMES, A. DOS S. MICROBIOLOGIA NA GASTRONOMIA: POSSIBILIDADES DE SUBSTITUIÇÃO DO OVO IN NATURA. **Revista de Ciência de Alimentos e Gastronomia**, p. 1–19, 2024.

[11] LIRA, C. R. N. DE; CASTRO, L. N. DE; FONSECA, M. DA C. P. DA. Tempo e temperatura em refeições transportadas. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 6, n. 3, p. 129–141, 2019.

[12] MARINHO, C. B.; SOUZA, S.; RAMOS, S. A. Avaliação do binômio tempo-temperatura de refeições transportadas Evaluation of the binomial time-temperature of transported meals. **E-scientia**, v. 2, n. 1, 2009.

[13] NASCIMENTO, A. R. et al. AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA DE REFEIÇÕES TRANSPORTADAS NA MODALIDADE SELF SERVICE. **Higiene Alimentar**, v. 30, p. 138–142, 2016.

[14] OLIVEIRA, E. DA S. DE; SILVA, A. M. DA. Avaliação do binômio tempo-temperatura das refeições na distribuição de preparações fornecidas em uma Unidade de Alimentação e Nutrição na cidade se Taubaté-SP. **J Health Sci Inst**., p. 4–7, 2023.

[15] PEIXOTO, T.; CARNEIRO, A. C. L. L.; CARDOSO, L. Análise do binômio tempo e temperatura de preparações à espera para distribuição em um restaurante universitário. **R. Assoc. bras. Nutr**., v. 11, n. 1, p. 142–161, 2020.

[16] PENEDO, A. O. et al. Avaliação Das Temperaturas Dos Alimentos Durante O Preparo E Distribuição Em Restaurantes Comerciais De Belo Horizonte-Mg. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 10, n. 2, p. 429–440, 2015.

[17] RIO DE JANEIRO. **Portaria IVISA-RIO No 2-N**. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.rio.rj.gov.br/documents/4144698/144625ce-1b48-4ae8-b97a-8107ffa78062>. Acesso em: 26 nov. 2024.

[18] SÃO PAULO. **Portaria CVS 5/2013, de 09 de abril de 2013. Regulamento Técnico, que estabelece os Parâmetros e Critérios para o Controle Higiênico-Sanitário em Estabelecimentos de Alimentos.** Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cvs.saude.sp.gov.br/up/PORTARIA CVS-

5_090413.pdf>.

[19] SILVA JR., E. A. DA. **Manual de Controle Higiênico-sanitário Em Serviços de Alimentação**. 6a ed. São Paulo: [s.n.].

Capítulo 14

Nova rotulagem de alimentos: avaliação do impacto sobre o consumidor seridoense

Greyce Kelly da Silva Lucas
Pahlevi Augusto de Souza
Josimara de Souza Alves
Raquel Januario da Silva

Resumo: No Brasil, a regulamentação da rotulagem nutricional acontece através das Resoluções de Diretoria Colegiada (RDCs), as quais obedecem à ANVISA. A regulação ocorre atualmente por meio da RDC nº 429/2020, que trata da rotulagem nutricional de alimentos embalados, em conjunto com a IN nº 75/2020, que estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional em alimentos embalados, e pela RDC nº 727/2022, que também aborda a rotulagem de alimentos embalados. Para facilitar a interpretação dos rótulos dos alimentos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprovou novas normas de rotulagem nutricional para alimentos em outubro de 2020. As novas normas incluem alterações na rotulagem frontal e nas tabelas nutricionais com base na RDC nº 429/2020 e na IN nº 75/2020. Com isso, a pesquisa teve como objetivo avaliar o impacto gerado pela implantação da nova rotulagem de alimentos sobre os consumidores seridoenses. Tratou-se de uma pesquisa transversal realizada a partir de um questionário com 11 perguntas. A participação dos respondentes foi voluntária. A pesquisa compilou dados em meio a população seridoense do Rio Grande do Norte, mais especificamente entre aquela que dispõe de algum equipamento digital com acesso à internet, configurando uma amostra não probabilística com viés de conveniência. Diante dos resultados obtidos, foi possível concluir que a maioria dos consumidores entrevistados estão cientes e concordam com as modificações necessárias geradas pela nova legislação de rotulagem, onde ajudou a facilidade a compreensão das informações presentes na embalagem e no melhoramento dos hábitos alimentares.

Palavras-chave: IN 75/2020, Rotulagem frontal, RDC 429/2020, RDC 727/2022.

1. INTRODUÇÃO

A alimentação é um aspecto fundamental na vida humana, pois dela depende a saúde e o bem-estar do indivíduo. No entanto, o padrão alimentar ocidental tem sido objeto de críticas, pois é marcado pelo alto consumo de alimentos industrializados, ricos em açúcar, sal e gordura saturada, e pela redução do consumo de alimentos frescos e naturais, o que pode ter impactos negativos para a saúde (Brasil, 2014).

O rótulo é considerado como uma ficha de apresentação do produto ao consumidor, sendo o meio de comunicação entre a empresa e o seu cliente. Dentre os aspectos que compõem a rotulagem, a rotulagem nutricional possui as descrições presentes na embalagem do produto destinadas a informar as propriedades nutricionais de um alimento (Frizon; Kleinert, 2022).

O Brasil possui uma legislação que dá diretrizes para elaboração de rótulos, o que permite identificar o que está sendo comprado por meio de imagens ilustrativas e de palavras. A rotulagem nutricional é dedicada a fornecer detalhes descritivos sobre o conteúdo do produto. Essa legislação é baseada em determinação do Codex Alimentarius, órgão internacional que estabelece normas sobre alimentos (Barbosa et al., 2023).

Diante da necessidade do constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos e com o intuito de promover a proteção à saúde da população, foi publicado em 2020, a RDC n° 429 cujo objetivo é estabelecer uma nova norma sobre rotulagem nutricional de alimentos, com o intuito de evoluir, melhorar a clareza e a legibilidade das informações nutricionais dispostas nos rótulos das embalagens de alimentos, a IN nº 75 que se aplica de forma complementar à RDC nº 429/2020 e estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados e publicada recentemente, a RDC nº 727/2022 que vem esclarecer sobre a rotulagem dos alimentos embalados e aplica-se exatamente às mesmas categorias da RDC nº 429/2020 (Geraldo et al., 2023).

Tendo como principais alterações a rotulagem frontal que apresenta na parte da frente da embalagem a alta concentração no produto de componentes que mais trazem problemas à saúde sendo eles a gordura saturada, o sódio e os açúcares adicionados. Além dessa novidade, também a tabela teve modificação com relação a cor para melhor visualização do consumidor com o intuito de fazer com que o mesmo possa estar ciente do que está consumindo e também a inclusão na tabela em relação a 100 gramas do produto ao lado da porção para comparar diferentes produtos (Fernandes; Marins, 2014). Com isso, a pesquisa teve como objetivo avaliar o impacto gerado pela implantação da nova rotulagem de alimentos sobre os consumidores seridoenses.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA DA ROTULAGEM NUTRICIONAL

Os alimentos possuem um lugar de destaque na vida cotidiana das pessoas e seu consumo influencia diretamente na saúde. Com o ritmo acelerado de vida do atual mundo globalizado, a busca por uma alimentação prática e rápida, contribui para aumentar o consumo de alimentos embalados em detrimento dos naturais. Com isso, as informações contidas nos rótulos dos produtos alimentícios são fundamentais para o conhecimento da composição e assim, na seleção de quais deles serão adquiridos para consumação (Vieira et al., 2023).

Pode-se definir a rotulagem nutricional sendo toda declaração destinada a informar ao consumidor as propriedades nutricionais do alimento, compreendendo a Tabela de Informação Nutricional, a Rotulagem Nutricional Frontal e as Alegações Nutricionais (Granja et al., 2023).

O objetivo indicado nos regulamentos de rotulagem nutricional é o aporte de informações para que o consumidor possa optar por uma dieta mais saudável, ou seja, o consumidor fica ciente do que está consumindo em quantidade de nutrientes diários. A rotulagem dos alimentos é o principal meio de comunicação entre produtores e vendedores, em uma primeira instância, e, posteriormente, entre compradores e consumidores (Fernandes; Marins, 2014).

De modo geral a rotulagem de alimentos serve para auxiliar as pessoas na identificação dos produtos, como as características do produto, dados do fabricante, prazo de validade e o número do lote que facilita a rastreabilidade do produto para a ocorrência de alguma não conformidade com o mesmo. Já a rotulagem nutricional, é o que diz respeito às informações que constam na tabela nutricional, presente na embalagem e oferecem a oportunidade para o consumidor conhecer a composição do alimento. Esta informação é essencial para indivíduos que querem consumir alimentos com determinados nutrientes ou para aquelas pessoas que possuem alguma restrição alimentar (Filho, 2022).

Souza et al. (2018), afirmam que os alimentos são escolhidos para consumo por: campanhas de marketing que a indústria realiza, condições socioeconômicas, hábitos alimentares e, em especial, informações contidas no rótulo, que devem estar em conformidade às legislações vigentes. Dessa forma, avaliações constantes são exigidas por parte da empresa.

No Brasil, a regulamentação da rotulagem nutricional acontece através das Resoluções de Diretoria Colegiada (RDCs), as quais obedecem à ANVISA. A regulação ocorre atualmente por meio da RDC nº 429/2020, que trata da rotulagem nutricional de alimentos embalados, em conjunto com a IN nº 75/2020, que estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional em alimentos embalados, e pela RDC nº 727/2022, que também aborda a rotulagem de alimentos embalados. Portanto, o rótulo nutricional vem desempenhando cada vez mais o seu papel informativo para o consumidor e, em conjunto com o Guia Alimentar, projeto lançado pelo Ministério da Saúde (OMS), apoia e incentiva o consumo de práticas alimentares mais saudáveis pela população (Cruz; Santos, 2023).

2.2. SURGIMENTO DA ROTULAGEM NUTRICIONAL

O processo de rotulagem nutricional surgiu da necessidade de informar aos consumidores sobre a composição, ingredientes, características nutricionais e possíveis riscos que o produto pode ter, com isso aumentar o nível de segurança e facilitar o processo de escolha. Portanto, o estilo de informação deve ser claro para que todos possam compreender (Oliveira et al., 2023).

A primeira norma referente à rotulagem de alimentos no âmbito do Ministério da Saúde foi o Decreto-Lei n° 986 de 1969, que determina que "todo o alimento será exposto ao consumo ou entregue à venda depois de registrado no Ministério da Saúde". Desde então, diversas normas foram publicadas e revogadas. Também pode-se citar a primeira norma técnica de requisitos mínimos e obrigatórios voltada para rotulagem de alimentos no Brasil foi publicada em 1979, na qual constava informações necessárias para a

embalagem, como: marca da empresa, ingredientes, nome do produto, país de origem, lista de ingredientes e conteúdo (Smith, 2010).

Neste sentido, nos últimos anos tem surgido nova legislação sobre o processo de rotulagem, que pretende melhorar o processo informativo ao consumidor para que este tenha o máximo de informação possível sobre o produto alimentar que está a adquirir, o que permite que a sua decisão seja tomada de acordo com as suas necessidades. Dentre essas mudanças, destaca-se a mais recente: a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) número 429, de 8 de outubro de 2020, que entrou em vigor recentemente e previu um prazo de adequação de 24 meses para que as empresas se adaptem à nova regra (Oliveira et al., 2023).

Uma novidade interessante para o maior entendimento do consumidor em relação ao que está adquirindo para consumir é a nova rotulagem nutricional frontal que surgiu como uma advertência inovadora com o propósito de esclarecer ao consumidor de forma simples e didática sobre o alto conteúdo de nutrientes que podem impactar na saúde, representado por uma imagem de lupa na parte frontal da embalagem, que destaca o alto teor de açúcar adicionado, gordura saturada e sódio no alimento (Oliveira; Pessoa, 2023).

2.3. PRINCIPAIS MUDANÇAS NA RESOLUÇÃO RDC Nº 429/2020 E NA INSTRUÇÃO NORMATIVA (IN) Nº 75/2020

As principais modificações da RDC nº 429/2020 para a disposição da tabela nutricional são em relação ao açúcar total e açúcares adicionados. Ou seja, existe a inclusão obrigatória da quantidade de açúcares totais e açúcares adicionados, na lista de nutrientes. O excesso de açúcar adicionado pode ser prejudicial à saúde, até mesmo por isso o nutriente foi considerado nos alertas frontais de alimentos com alto teor deste, como estratégia de informar o consumidor de maneira mais facilitada e clara (Granja et al., 2023).

A tabela nutricional teve mudanças em relação a apresentar as informações nutricionais em porção onde deverá apresentar estas informações em 100 g ou 100 mL, segundo artigo 8º da RDC nº 429/2020: A declaração das quantidades na tabela de informação nutricional deve ser realizada com base no produto tal como exposto à venda por: I - 100 gramas (g), para sólidos ou semissólidos, ou 100 mililitros (mL), para líquidos; e II - porção do alimento definida no Anexo V da Instrução Normativa - IN nº 75, de 2020 e medida caseira correspondente. A padronização da porção e em 100 g/100 mL, auxilia o leitor na comparação nutricional entre diferentes produtos, podendo de forma mais rápida e fácil escolher o produto de melhor composição nutricional. Novos valores de referência para cálculo do % de valores diários (% VD): Os valores referenciais diários podem ajudar o leitor a entender as quantidades dispostas na porção do alimento oferecido, com base nas suas necessidades diárias para aquele nutriente. Os alimentos para fins especiais que tenham indicação para grupos populacionais específicos deverão conter VDR específico para cada faixa etária, sendo disposto no anexo VIII da IN nº 75/2020 (Brasil, 2022).

A RDC nº 429/2020 também traz como Rotulagem Nutricional Frontal, um símbolo informativo obrigatoriamente situado na frente da embalagem dos produtos embalados, como uma estratégia de alertar os consumidores quanto ao elevado conteúdo de um determinado nutriente. Com isso, a rotulagem mais simples, objetiva e ilustrada permite que os consumidores adquiram seus alimentos com consciência e identifiquem os

possíveis nutrientes em excesso e que causam malefícios à saúde, como os açúcares adicionados, as gorduras saturadas e o sódio (Granja et al., 2023).

Segundo a Brasil (2020), o anexo IX da IN nº 75/2020, os novos modelos para declaração da tabela nutricional seguirão os seguintes formatos:

Figura 1 - Modelos de tabelas de acordo com a IN nº 75/2020

1. Modelo vertical:

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 000			
Porção: 000 g (medida caseira)			
	100 g	000 g	%VD*
Valor energético (kcal)			
Carboidratos (g)			
Açúcares totais (g)			
Açúcares adicionados (g)			
Proteínas (g)			
Gorduras totais (g)			
Gorduras saturadas (g)			
Gorduras trans (g)			
Fibras alimentares (g)			
Sódio (mg)			

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

2. Modelo horizontal:

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		100 ml	000 ml	%VD*
Porções por emb.: 000	Valor energético (kcal)			
Porção: 000 ml (medida caseira)	Carboidratos (g)			
	Açúcares totais (g)			
	Açúcares adicionados (g)			
	Proteínas (g)			
	Gorduras totais (g)			
	Gorduras saturadas (g)			
	Gorduras trans (g)			
	Fibras alimentares (g)			
	Sódio (mg)			

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

3. Modelo vertical quebrado:

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL							
Porções por embalagem: 000 • Porção: 000 g (medida caseira)							
	100 g	000 g	%VD*		100 g	000 g	%VD*
Valor energético (kcal)				Gorduras totais (g)			
Carboidratos (g)				Gorduras saturadas (g)			
Açúcares totais (g)				Gorduras trans (g)			
Açúcares adicionados (g)				Fibras alimentares (g)			
Proteínas (g)				Sódio (mg)			

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

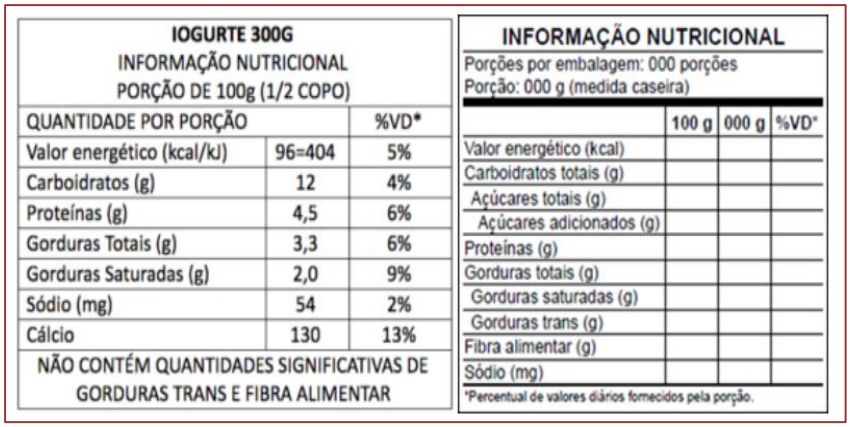
4. Modelo horizontal quebrado:

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		100 ml	000 ml	%VD*		100 ml	000 ml	%VD*
Porções por emb.: 000	Valor energético (kcal)				Gorduras totais (g)			
Porção: 000 ml (medida caseira)	Carboidratos (g)				Gorduras saturadas (g)			
	Açúcares totais (g)				Gorduras trans (g)			
	Açúcares adicionados (g)				Fibras alimentares (g)			
	Proteínas (g)				Sódio (mg)			

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

Fonte: Brasil, 2020.

Figura 2 - Comparação do modelo antigo (tabela da esquerda) para o novo modelo (tabela da direita) de apresentação da tabela de informações nutricionais:



IOGURTE 300G INFORMAÇÃO NUTRICIONAL PORÇÃO DE 100g (1/2 COPO)		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		%VD*
Valor energético (kcal/kJ)	96=404	5%
Carboidratos (g)	12	4%
Proteínas (g)	4,5	6%
Gorduras Totais (g)	3,3	6%
Gorduras Saturadas (g)	2,0	9%
Sódio (mg)	54	2%
Cálcio	130	13%
NÃO CONTÉM QUANTIDADES SIGNIFICATIVAS DE GORDURAS TRANS E FIBRA ALIMENTAR		

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Porções por embalagem: 000 porções Porção: 000 g (medida caseira)			
	100 g	000 g	%VD*
Valor energético (kcal)			
Carboidratos totais (g)			
Açúcares totais (g)			
Açúcares adicionados (g)			
Proteínas (g)			
Gorduras totais (g)			
Gorduras saturadas (g)			
Gorduras trans (g)			
Fibra alimentar (g)			
Sódio (mg)			

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

Fonte: Adaptado do google imagens e Brasil (2020).

A tabela nutricional de um alimento é obrigatória para produtos embalados na ausência dos consumidores, e ela também passou por mudanças, a fim de ter uma maior compreensão em relação ao consumidor. A primeira alteração diz respeito às cores da tabela nutricional, que agora exigem fonte preta sobre fundo branco para evitar contrastes de cores que possam afetar a visualização da tabela. Foram estabelecidas, também, regras sobre a localização da tabela nutricional nos rótulos, que agora deve ser colocada em local onde seja facilmente visível e não fique com deformação, como em locais de aberturas, com exceção de produtos pequenos (Rubio, 2022).

Segundo a mesma autora, essas mudanças na nova rotulagem vieram para facilitar a compreensão melhor das informações que as embalagens dos alimentos nos traz, tendo como objetivo facilitar a compreensão das informações nutricionais presentes nos rótulos dos alimentos como forma de auxiliar o consumidor a realizar escolhas alimentares mais conscientes.

2.4. RESOLUÇÃO RDC N° 727/2022

A RDC nº 727/2022 vem esclarecer sobre a rotulagem dos alimentos embalados e aplica-se exatamente às mesmas categorias da RDC nº 429/2020. As alterações que são apresentadas nesta resolução, visam, de um modo geral: aperfeiçoar a identificação, visualização e legibilidade das informações nutricionais; diminuir as chances de ocorrência de situações de enganos acerca da composição nutricional de um alimento; contribuir com a comparação nutricional entre rótulos; otimizar a precisão dos valores nutricionais declarados; ampliar o número de produtos alimentícios com a rotulagem nutricional (Granja et al., 2023).

Estabelece que todos os rótulos devem conter as seguintes informações: denominação de venda, lista de ingredientes, advertências sobre os principais alimentos que causam alergias alimentares, advertência sobre lactose, advertências relacionadas ao uso de aditivos alimentares, rotulagem nutricional, conteúdo líquido, identificação da origem, identificação do lote, prazo de validade e instruções de conservação, quando necessário (Brasil, 2022).

Além disso, de acordo com a Brasil (2022), a resolução n°727/22, a rotulagem dos alimentos embalados não pode conter elementos que possam levar a informações falsas, incorretas, insuficientes ou que induzam o consumidor a equívocos sobre a verdadeira natureza, composição, procedência, tipo, qualidade, quantidade, validade, rendimento ou forma de uso do alimento.

Explica o processo de rotulagem junto aos alimentos embalados na ausência dos consumidores, incluindo as bebidas, os ingredientes, os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia, inclusive aqueles destinados exclusivamente ao processamento industrial ou aos serviços de alimentação (Granja et al., 2023).

2.5. IMPACTO DA NOVA ROTULAGEM NA ESCOLHA DO CONSUMIDOR

Com o grande desenvolvimento do setor alimentício, o direito do consumidor à informação sobre o valor nutritivo de cada alimento e das condições sanitárias dos mesmos já tem provocado polêmica quanto ao grau em que esta informação deverá ser obrigatoriamente fornecida ao consumidor. Na elaboração de um rótulo de um alimento, deve sempre existir uma grande preocupação com o consumidor, e as informações devem estar ao alcance da sua compreensão (Smith, 2010).

A rotulagem geral e nutricional de alimentos tem extrema importância e serve para informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais dos produtos alimentícios, auxiliando-o na escolha dos alimentos de forma adequada, considerando a necessidade constante de controle sanitário e proteção da saúde da população e complementando estratégias e políticas de saúde em benefício da saúde do indivíduo (Filho, 2022).

Entre os principais problemas em relação aos maus hábitos de consumo, estão a falta de entendimento dos conteúdos dos rótulos e o grau de confiança no produto. Com isso, é importante reforçar um aumento na preocupação em parte da população em relação aos rótulos claros e limpos, nos quais seja fácil a compreensão sobre o produto em termos nutricionais (Geraldo et al., 2023).

Para facilitar a interpretação dos rótulos dos alimentos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprovou novas normas de rotulagem nutricional para alimentos em outubro de 2020. As novas normas incluem alterações na rotulagem frontal e nas tabelas nutricionais com base na RDC nº 429/2020 e na IN nº 75/2020.

É válido ressaltar que a implementação de um rótulo nutricional frontal está dentro das práticas de políticas públicas de saúde que buscam uma melhoria da alimentação da população. Segundo a ANVISA, foram selecionados três nutrientes, já que uma lista muito exaustiva poderia diluir a atenção dos consumidores. Assim, foram escolhidos os nutrientes mais críticos para a saúde, ou seja, para os quais há robusta evidência de que o consumo excessivo pode trazer danos ao consumidor (Geraldo et al., 2023).

Segundo os mesmos autores, essas políticas afetam diretamente as indústrias de alimentos que necessitam se adequar desde a elaboração do rótulo até uma possível mudança na formulação de um produto para que sejam mais saudáveis aos consumidores e para que não seja necessária a presença do rótulo frontal. Com isso, essas mudanças servem para que o consumidor opte por introduzir em sua alimentação produtos mais saudáveis.

3. METODOLOGIA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trato-se de uma pesquisa transversal realizada a partir de um questionário com 11 perguntas. A participação dos respondentes foi voluntária. A pesquisa compilou dados em meio a população seridoense do Rio Grande do Norte, mais especificamente entre aquela que dispõe de algum equipamento digital com acesso à internet, configurando uma amostra não probabilística com viés de conveniência.

3.2. AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS

Foi realizada uma pesquisa com o intuito de avaliar o impacto da nova rotulagem prevista na RDC N° 429/ 2020 E IN N° 75/2020 da Anvisa sobre o consumidor seridoense. A pesquisa foi conduzida durante o mês de julho de 2024, por meio de um questionário online elaborado pela plataforma do Google Forms para os consumidores com foco nas respostas dos indivíduos que residem na região Seridó do Rio grande do Norte sendo o questionário divulgado nas redes sociais (Facebook, Instagram e Whatsapp) para obter o máximo possível de informações. Os consumidores foram solicitados a responder o questionário semiestruturado (Tabela 1) contendo 10 questões que abordaram sobre o andamento e o impacto das alterações previstas nos rótulos dos produtos segundo a nova legislação de rotulagem. Foi identificado o conhecimento dos consumidores em relação à atualização das novas regras de rotulagem nutricional, assim como o impacto que teve na alimentação deles.

Tabela 1 - Questões referentes ao questionário do impacto na alimentação dos consumidores seridoenses referente à nova rotulagem de alimentos

Questões do questionário
Qual sua cidade?
Qual sua idade?
Sexo?
Qual sua escolaridade?
Tem o costume de olhar as informações do rótulo dos produtos que consome?
Qual a importância da rotulagem?
Já prestou atenção na nova rotulagem?
Se sim, achou eficazes as mudanças?
Ponto positivo da nova rotulagem.
A nova rotulagem ocasionou alguma mudança na sua alimentação?
Se sim, qual mudança?

Fonte: Própria, 2024.

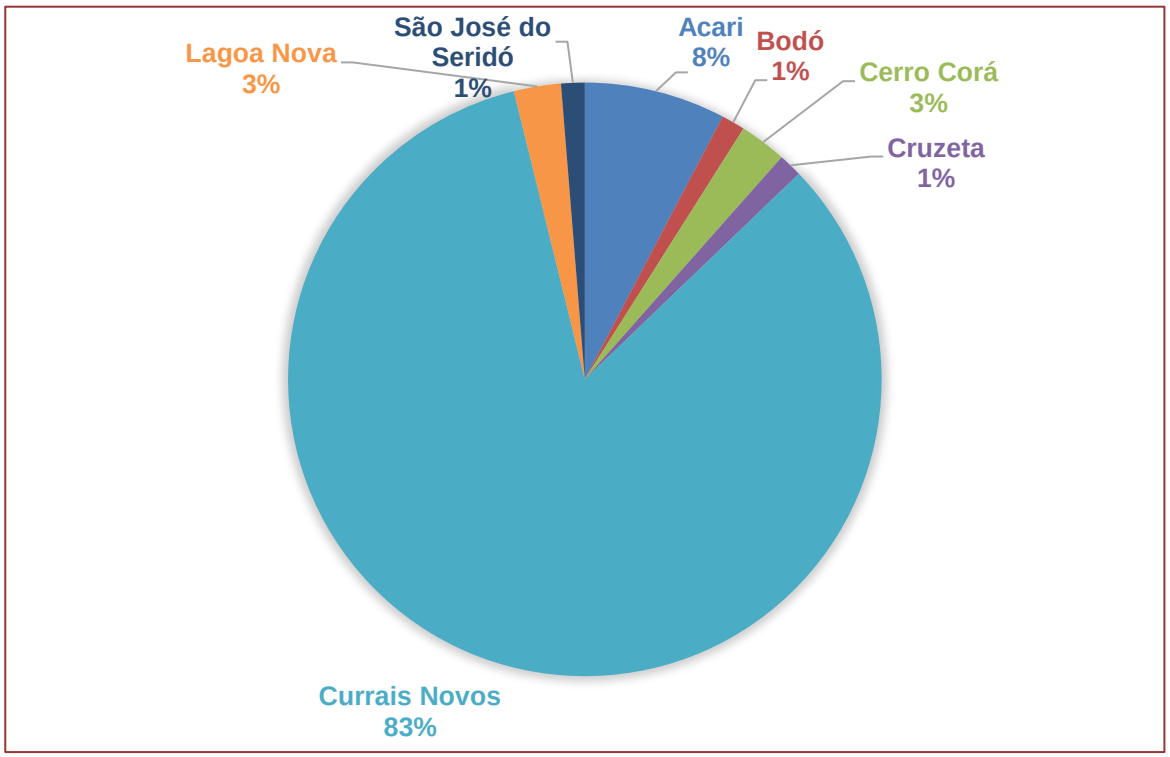
3.3. INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

Após a coleta, os dados obtidos dos formulários da plataforma do Google foram tabulados no programa computacional Microsoft Office Excel (versão 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidas na pesquisa exploratória 78 respostas de consumidores que moram no Seridó do Rio Grande do Norte como está apresentado na figura 1. 83% dos consumidores são da cidade de Currais Novos, seguindo de 8% de Acari, 3% de Lagoa Nova, 3% de Cerro corá, 1% de Cruzeta, 1% de São José do Seridó e 1% de Bodó.

Figura 1: Cidade em que os participantes residem

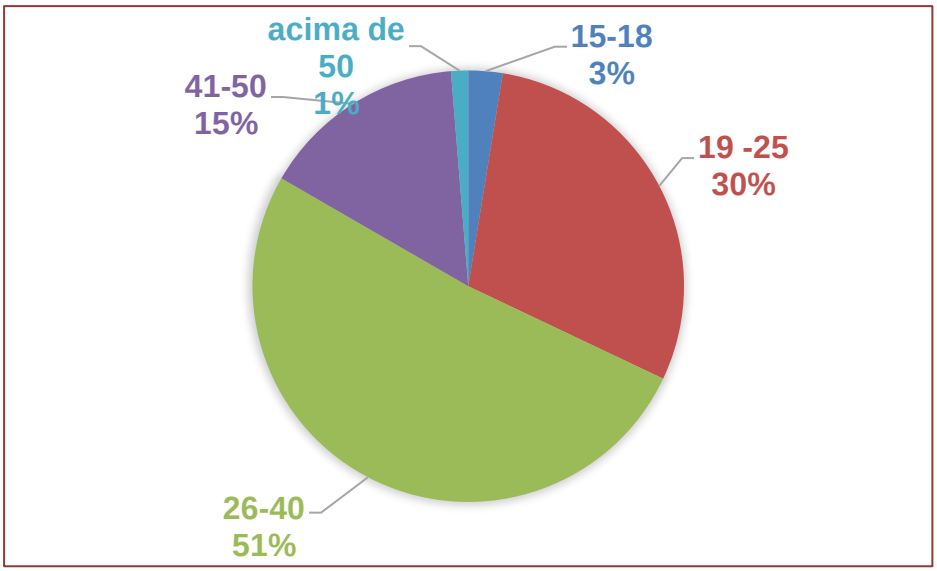


Fonte: Própria, 2024.

Em relação a idade dos participantes (Figura 2) a maioria tem entre 26 e 40 anos (51%), seguindo de entre 19 e 25 anos (30%), 41 e 50 anos (15%), 15 e 18 anos (3%) e acima de 50 anos (1%), mostrando assim que a população do Seridó mais jovem se preocupa com a alimentação.

Resultados semelhantes foram obtidos por Couto et al. (2023), avaliando o comportamento do consumidor brasileiro frente à nova rotulagem nutricional em produtos alimentícios, observaram que a maioria das respostas foram fornecidas por pessoas com idade entre 22 e 31 anos, correspondendo a 47,3%.

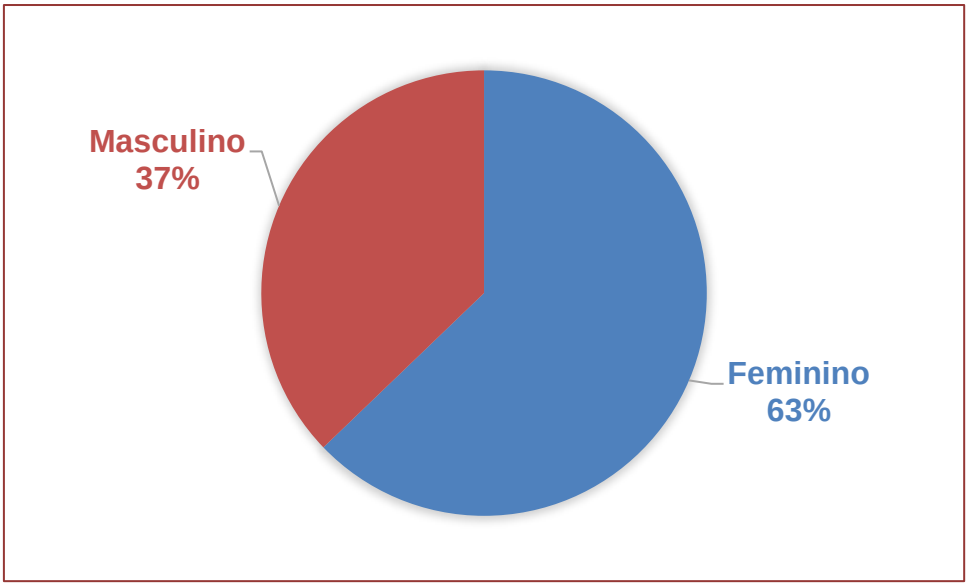
Figura 2: Idade dos participantes da pesquisa



Fonte: Própria, 2024.

Observou-se que o gênero feminino foi o que mais participou da presente pesquisa com 63% (Figura 3). Couto et al. (2023), avaliando o comportamento do consumidor brasileiro frente à nova rotulagem nutricional em produtos alimentícios, observaram que 274 respostas (78%) foram fornecidas por indivíduos do gênero feminino, 76 (21,7%) por pessoas do sexo masculino e apenas 1 (0,3%) preferiu não se identificar. Da mesma forma Hennecka; Lorenzatto (2021) avaliando a percepção da nova rotulagem nutricional pelos consumidores e do impacto nos hábitos alimentares durante pandemia COVID-19, observaram que 81% das respostas foram do gênero feminino.

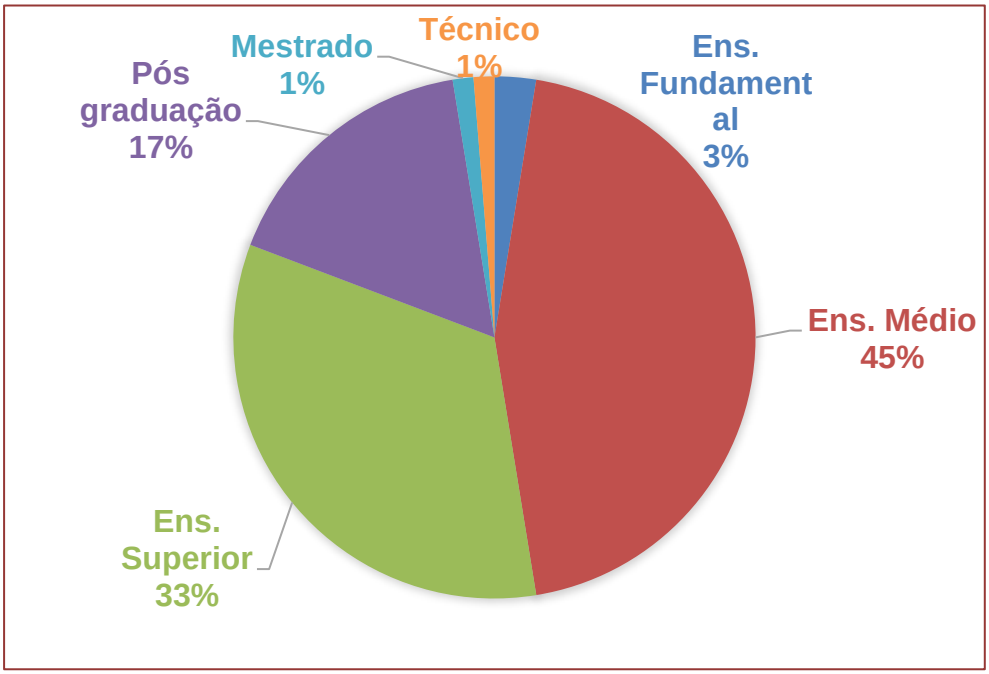
Figura 3: Sexo dos participantes da pesquisa



Fonte: Própria, 2024.

Em relação à escolaridade dos participantes (Figura 4) 35% tem o ensino médio completo, 33% ensino superior completo, 18% pós-graduação, 3% ensino fundamental completo e 1% técnico. Couto et al. (2023), verificaram em sua pesquisa que o maior número de indivíduos que participaram da pesquisa era de ensino superior incompleto, representando 32,2%. Os demais participantes possuíam ensino superior completo (20,2%), ensino médio completo (15,7%), especialização (9,7%), mestrado (7,4%), ensino médio incompleto (4,8%), doutorado (4%), ensino fundamental completo (3,1%) e ensino fundamental incompleto (2,85%). Hennecka; Lorenzatto (2021), verificaram que menos de 29% não possuíam o ensino superior, mostrando resultados diferentes da presente pesquisa.

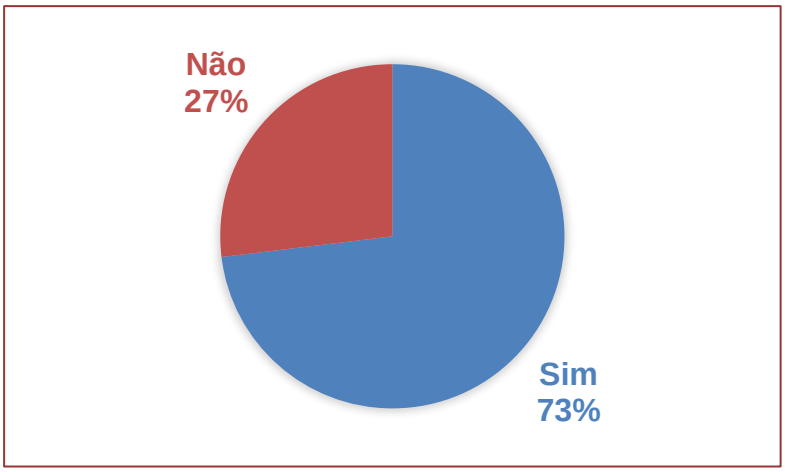
Figura 4: Escolaridade dos participantes da pesquisa



Fonte: Própria, 2024.

Das pessoas que responderam à pesquisa 73% informaram que possuem o hábito de verificar as informações do rótulo dos alimentos que consomem e 27% responderam que não tem esse costume (Figura 5). Com isso, pode-se perceber que a população do Seridó se importa com o que está consumindo diariamente, pois maus hábitos alimentares podem prejudicar a saúde. Na pesquisa de Oliveira et al. (2022) realizada na região Sudeste do Brasil, 92,6% dos respondentes leem os rótulos das embalagens de alimentos, mostrando uma diferença em relação a presente pesquisa. Já na pesquisa publicada na Revista Agropecuária Técnica (Agrotec), editada pelo Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), obteve resultados semelhantes sendo 69% dos entrevistados que leem os rótulos (Brasil, 2020). Já na pesquisa de Cavada et al. (2012), em relação ao hábito de leitura dos rótulos, apenas 48,13% dos entrevistados afirmaram ler as informações presentes, 27,80% não liam e 24,07% liam às vezes.

Figura 5: Porcentagem das pessoas que tem o costume de olhar as informações do rótulo dos produtos que consome

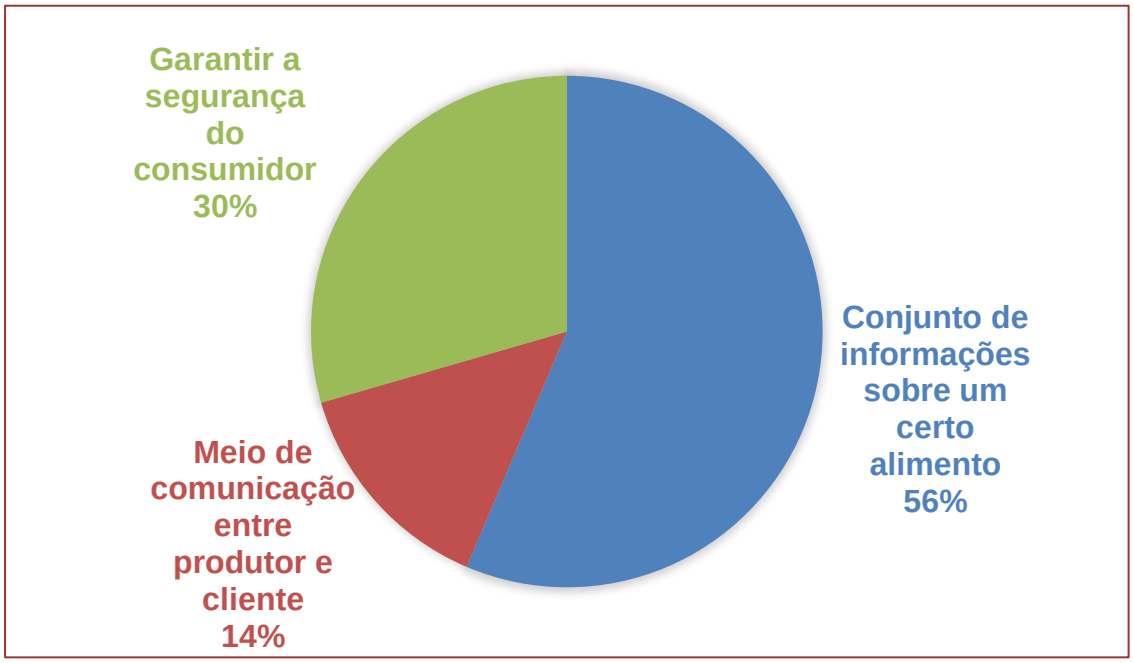


Fonte: Própria, 2024.

Quando foi questionado aos consumidores do Seridó em relação à importância que o rótulo tem para eles (Figura 6), 56% responderam que era importante, pois é um conjunto de informações sobre um certo alimento, 30% responderam que era para garantir a segurança do consumidor e 14% relataram que é um meio de comunicação entre o produtor e o cliente.

Cavada et al. (2012), avaliando a associação entre hábito de leitura e influência das informações no ato da compra, verificaram que os resultados foram significativos, evidenciando que entre os consumidores que costumavam ler os rótulos, 62,07% relataram influência, enquanto 19,83% não sofreram influência e, em 18,10%, as informações influenciavam às vezes. Estes resultados mostram que as informações presentes são fundamentais no momento da aquisição dos alimentos, portanto mostra-se, dessa forma, a importância da rotulagem em informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento.

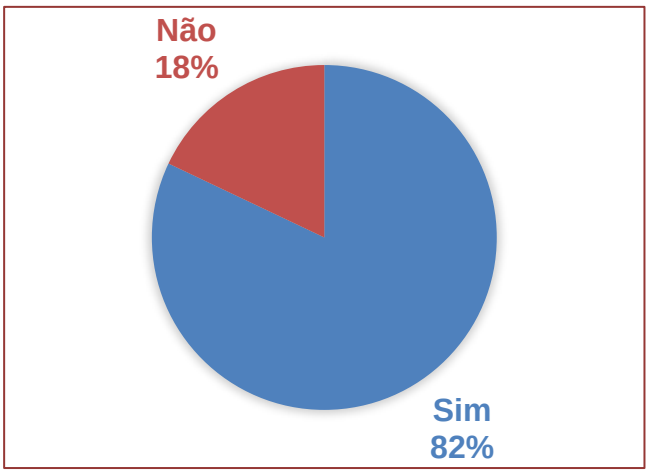
Figura 6: Porcentagem da importância da rotulagem para os consumidores



Fonte: Própria, 2024.

Como as mudanças em relação a nova rotulagem ainda são recentes e muitas empresas estão se adaptando, muitos consumidores ainda não viram, porém de 78 pessoas que participaram 82% já prestaram atenção nessas modificações que vem ocorrendo e esse é uma porcentagem bastante satisfatória, mostrando que os consumidores se importam com a alimentação e também com os detalhes das embalagens (Figura 7).

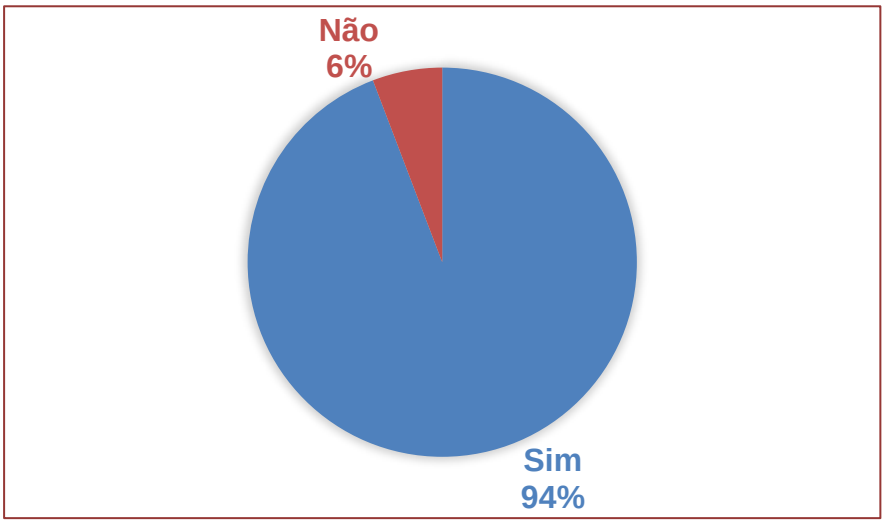
Figura 7: Porcentagem de quem já prestou atenção na nova rotulagem



Fonte: Própria, 2024.

Muitos consumidores ainda não entendem o propósito das modificações na rotulagem. Essas modificações foram realizadas para esclarecer e facilitar a compreensão das informações nutricionais presentes nos rótulos, com o intuito de ajudar ao consumidor a fazer escolhas alimentares mais conscientes. Na presente pesquisa, apenas 6% dos consumidores acharam que essas modificações não foram eficazes, dando a entender que a população está bem atenta em relação ao alimento que coloca em sua mesa.

Figura 8: Porcentagem de quem achou eficazes as mudanças na rotulagem

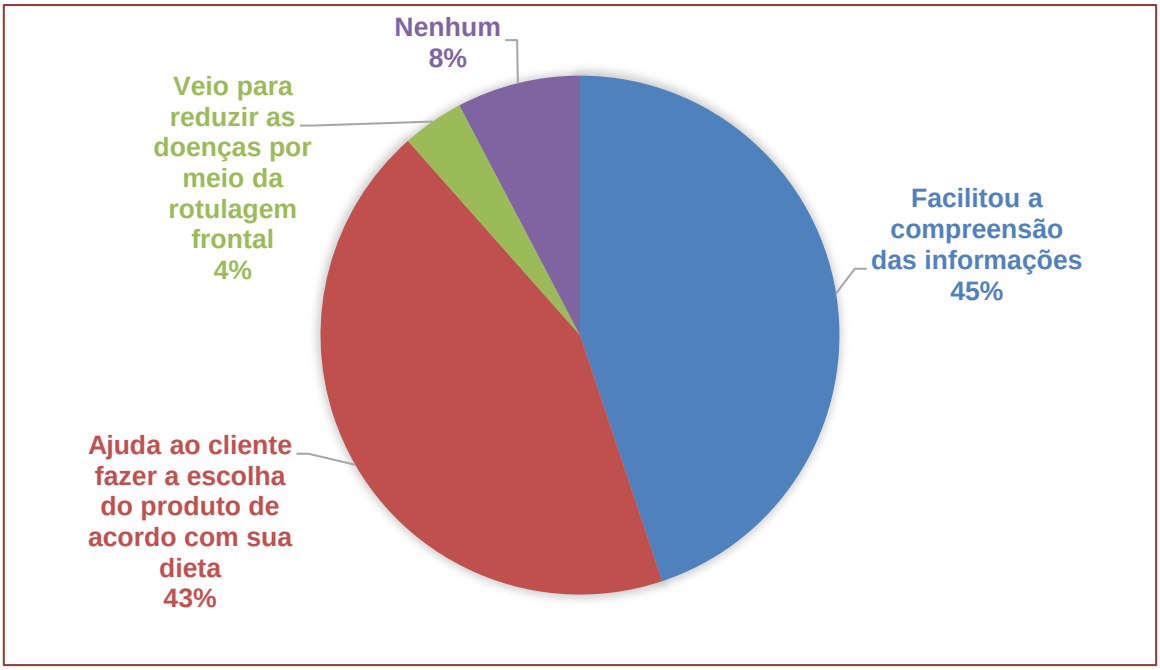


Fonte: Própria, 2024.

De acordo com a figura 9 o ponto mais positivo que a nova rotulagem teve foi a facilidade da compreensão das informações (45%). Esse foi o principal objetivo das modificações exigidas atualmente pela Anvisa, seguido de possibilitar ajudar o cliente a fazer uma melhor escolha do produto de acordo com sua dieta (43%). 4% dos consumidores assinalaram que o ponto positivo da nova rotulagem foi para reduzir as doenças por meio da rotulagem frontal e 8% não achou nenhum ponto positivo.

À medida que o consumidor se torna mais consciente e exigente em relação à qualidade nutricional dos produtos que consome, as empresas são incentivadas a reformular suas receitas, reduzindo o uso de ingredientes prejudiciais e aumentando a oferta de opções saudáveis. De acordo com Magazine (2024), para os consumidores, essas mudanças representam um avanço significativo no direito à informação e na capacidade de fazer escolhas alimentares informadas. A implementação da rotulagem frontal, em particular, é um passo importante na luta contra doenças relacionadas à alimentação, como obesidade, hipertensão e diabetes, uma vez que incentiva uma maior consciência sobre o consumo de nutrientes prejudiciais à saúde.

Figura 9: Porcentagem de qual foi o ponto positivo da nova rotulagem



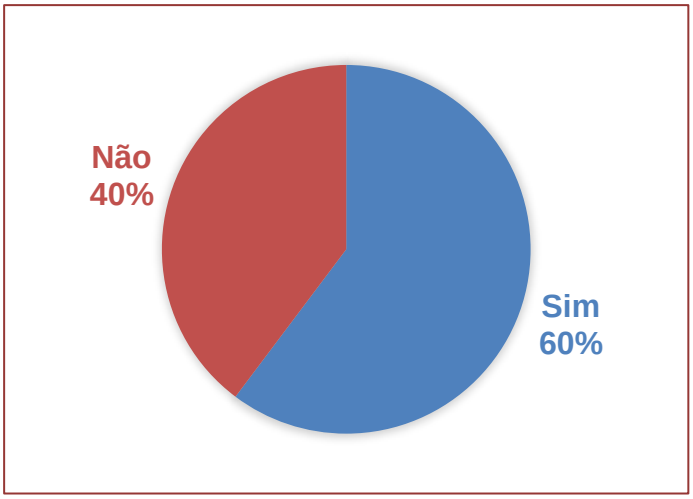
Fonte: Própria, 2024.

Como observado na figura 10, 60% das pessoas mudaram seus hábitos alimentares por causa da nova rotulagem. Pode-se observar na figura 11 que as mudanças ocorridas foram em relação a tornar a alimentação do consumidor mais saudável (39%), evitar consumo de produtos com alta quantidade de açúcares adicionados (28%), evitar consumo de produtos com alta quantidade de sódio (17%) e evitar o consumo de produtos com alta quantidade de gordura saturadas (16%).

Segundo levantamento da Innova Market Insights (Food Connection, 2024), apresentado no primeiro dia do Innovation Hub, atração da Food ingredients South America (FiSA), 40% dos consumidores na América Latina afirmam que os rótulos de advertência nutricional possuem algum nível de influência na sua decisão de compra. Considerando-se apenas o Brasil, esse percentual sobe para 52%, enquanto apenas 10% apontam que os rótulos não influenciam em sua decisão.

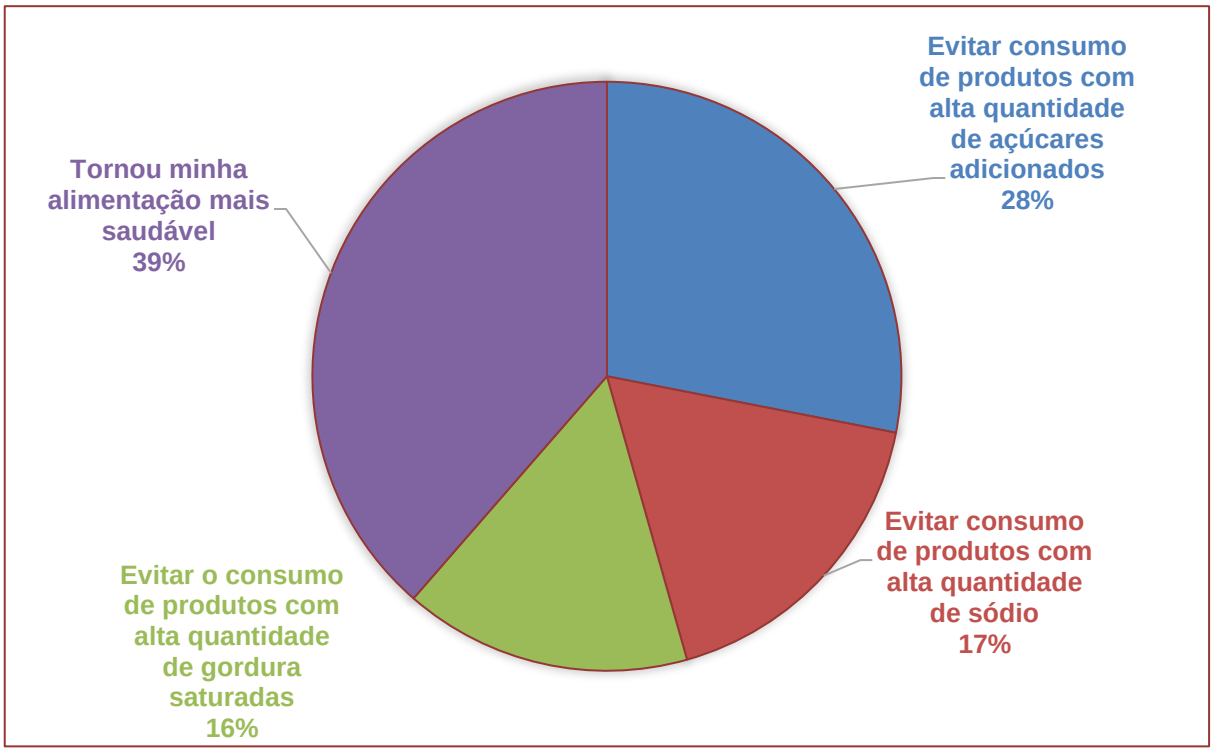
Essas medidas visam não apenas a ampliar a transparência das informações alimentares, mas também a incentivar uma mudança positiva nos hábitos de consumo da população. Resta agora aos consumidores aproveitar as informações disponibilizadas para fazer escolhas mais saudáveis e aos fabricantes, adaptar-se às novas regras, contribuindo assim para um futuro onde a alimentação saudável seja uma realidade acessível a todos (Magazine, 2024).

Figura 10: Porcentagem se a nova rotulagem ocasionou alguma mudança na sua alimentação do consumidor



Fonte: Própria, 2024.

Figura 11: Porcentagem de qual mudança aconteceu na alimentação dos consumidores por causa da nova rotulagem



Fonte: Própria, 2024.

Portanto, as modificações na RDC 429/20 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária representa um avanço e um enorme benefício para população brasileira, principalmente, no que diz respeito à políticas públicas de saúde. E a pesquisa gerou dados documentados sobre um grupo de consumidores do Seridó do RN. Estes dados são de extrema

importância, pois podem ser utilizados como base para pesquisas futuras relacionadas ao conhecimento dos clientes em relação ao que estão consumindo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, foi possível concluir que a maioria dos consumidores entrevistados estão cientes e concordam com as modificações necessárias geradas pela nova legislação de rotulagem, onde ajudou a facilidade a compreensão das informações presentes na embalagem. Com a implementação dessas novas regras mostrou que o consumo de alimentos que possuem o alto teor de algum dos ingredientes que deve ser indicado no painel frontal passaram a ser menos consumidos pelo hábito alimentar saudável dos consumidores.

A implementação dessas novas regras mostrou que a maioria dos consumidores tem o habito de olhar o rotulo dos produtos que consomem e com isso eles prestaram atenção nessas modificações que vem ocorrendo com os detalhes das embalagens, e desse modo 60% das pessoas mudaram seus hábitos alimentares por causa da nova rotulagem passando a tornarem a alimentação mais saudável, evitando o consumo de produtos com alta quantidade de açúcares adicionados, alta quantidade de sódio e alta quantidade de gordura saturadas.

E mostrou que os consumidores do Seridó do Rio Grande do Norte estão cada vez mais exigentes com relação a alimentação, se tornando assim um ponto positivo para a saúde, além das empresas terem que se adaptarem a essas novas regras das legislações para garantir um melhor produto para os clientes.

REFERÊNCIAS

[1] BARBOSA, Claudinéia Veríssimo de Paiva *et al*. Rotulagem nutricional frontal de produtos embutidos. **Repositório Universitário da Ânima (RUNA)**, 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/97e63dbb-7e9e-4c87-9278-9a8de4571613>. Acesso em: 10 Fev. 2024.

[2] BRASIL, Cristina Indio do. **Consumidor desconhece informações de rótulos de produtos alimentícios.** 2020. Disponível em: < https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-11/consumidor-desconhece-informacoes-de-rotulos-de-produtos-alimenticios>. Acesso: 28 Ago. 2024.

[3] BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN N° 75, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020.** Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75_2020_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f>. Acesso em: 15 Fev. 2024.

[4] BRASIL. **Ministério da Saúde (MS).** Guia Alimentar para a População Brasileira Brasília: MS; 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/publicacoes-para-promocao-a-saude/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf/view>. Acesso em: 05 Fev. 2024.

[5] BRASIL. **RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 727, DE 1° DE JULHO DE 2022.** Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_727_2022_.pdf>. Acesso em: 15 Fev. 2024.

[6] BRASIL. **Rotulagem nutricional : novas regras entram em vigor em 120 dias.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2022/rotulagem-nutricional-novas-regras-entram-em-vigor-em-120-dias>. Acesso em: 15 Fev. 2024.

[7] CAVADA, Giovanna da Silva *et al*. Rotulagem nutricional: você sabe o que está comendo? **Braz. J. Food Technol.**, IV SSA, maio 2012, p. 84-88. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/N9jx4GpQXGfbcRb5r6fp5XQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso: 28 Ago. 2024.

[8] COUTO, Eliana Maria de Mira do *et al*. Avaliação do comportamento do consumidor brasileiro frente à nova rotulagem nutricional em produtos alimentícios. **Revista Agrária Acadêmica**, 2023. Disponível em: <https://agrariacad.com/2023/06/08/avaliacao-do-comportamento-do-consumidor-brasileiro-frente-a-nova-rotulagem-nutricional-em-produtos-alimenticios/>. Acesso: 30 Ago. 2024.

[9] CRUZ, Annelizy de Lima; SANTOS, Laedja Samira de Medeiros. **Avaliação da conformidade dos rótulos de alimentos com a nova RDC: um estudo sobre o conhecimento da população.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico de Nível em Alimentos na forma integrada, IFRN, 2023.

[10] FERNANDES, Maria Leonor; MARINS, Bianca Ramos. Rotulagem nutricional: ferramenta de informação para o consumidor. **Segurança alimentar no contexto da vigilância sanitária.** Rio de Janeiro: EPSJV, 2014. p. 155-184. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13762>. Acesso em: 26 Fev. 2024.

[11] FILHO, Carlos Roberto Marinho da Silva. Rotulagem de vegetais minimamente processados: avaliação de conformidades à legislação vigente. **VIII ENAG e CITAG**, 2022. pág. 783 - 794. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com/rotulagem-de-vegetais-minimamente-processados-avaliacao-de-conformidades-a-legislacao-vigente/>. Acesso em: 21 Fev. 2024.

[12] FOOD CONNECTION. **Rotulagem na América Latina e seu impacto no consumidor.** 2024. Disponível em: <https://www.abre.org.br/inovacao/comunicacao/rotulagem-na-america-latina-e-seu-impacto-no-consumidor/>. Acesso: 28 Ago. 2024.

[13] FRIZON, Angélica Pengo; KLEINERT, Cristian Schneider. **Avaliação de rótulo de produtos panificados referente às novas legislações de rotulagem nutricional.** Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Alimentos do Câmpus São Miguel do Oeste, Instituto Federal de Santa Catarina. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2594/TCC_Ang%c3%a9lica%20P.%20Frizon_Cristian%20S.%20Kleinert-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 Mar. 2024.

[14] GERALDO, Mariana Lopes *et al*. Avaliação do impacto da nova rotulagem na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.9, n.6, p. 19012-19031, jun., 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/60406/43656/146152>. Acesso em: 02 Fev. 2024.

[15] GRANJA, Igor Prudencio Trujillo *et al*. **Nova rotulagem nutricional de alimentos embalados.** Alfenas-MG: Ed. UNIFAL-MG, 2023. 50f. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/bibliotecas/wp-content/uploads/sites/125/2023/02/Ebook-Nova-Rotulagem-Nutricional-de-Alimentos.pdf>. Acesso em: 26 Fev. 2024.

[16] HENNECKA, Adélia Luiza; LORENZATTO, Denise Aparecida. **Avaliação da percepção da nova rotulagem nutricional pelos consumidores e do impacto nos hábitos alimentares durante pandemia COVID-19.** Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Santa Catarina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2367/Ad%c3%a9lia%20Luiza%20Hennecka_Denise%20Aparecida%20Lorenzatto_TCCGRAD_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 30 Ago. 2024.

[17] OLIVEIRA, Roberto Rodrigues de; PESSOA, Priscila Pereira. Análise da nova rotulagem nutricional frontal quanto ao teor de açúcares adicionados e gorduras saturadas em biscoitos industrializados. **Conexão Unifametro**, 2023. Disponível em: <https://doity.com.br/media/doity/submissoes/65237bbd-3924-441a-ad39-04390a883292-resumo-expandidorotulagem-frontal--conexo-2023pdf.pdf>. Acesso em: 13 Fev. 2024.

[18] OLIVEIRA, Silmara Batista *et al*. The impact of the new Brazilian labeling standard, RDC 429/2020, on access to food nutrition information: A review. **Food Science Today**, 2023. Disponível em: <https://journals.royaldataset.com/fst/article/view/49/20>. Acesso em: 06 Fev. 2024.

[19] RUBIO, Ingrid Gomes. **Rotulagem nutricional de alimentos: importância e um novo olhar frente à nova legislação.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/67564/3/2022_tcc_igrubio.pdf>. Acesso em: 02 Fev. 2024.

[20] SMITH, Ana Carolina de Lima. **Rotulagem de alimentos: avaliação da conformidade frente à legislação e propostas para a sua melhoria.** Dissertação apresentada para título de mestre, Faculdade de ciências farmacêuticas da universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-31012011-135950/publico/AnaSmith.pdf>. Acesso em: 13 Fev. 2024.

[21] SOUZA, Adriana Lucia da Costa *et al*. **Rotulagem de alimentos funcionais: análise de informações** / Functional food labeling: information analysis. Higiene alimentar; v. 32, n. 276/277, p. 121-126, fev. 27, 2018. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/884018/276-277-site-121-126.pdf>. Acesso em: 08 Fev. 2024.

[22] VIEIRA, Kássia Héllen *et al*. Rotulagem nutricional: fator influenciador do consumo de alimentos diete light. **Revista Univap**, São José dos Campos-SP-Brasil,v. 29, n. 62, 2023. Disponível em: <https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/4463/2245>. Acesso em: 22 Fev. 2024.

Capítulo 15

Analise de rotulagens em barras de chocolates ao leite comercializadas no município de Currais Novos/RN

Josimara de Souza Alves
Pahlevi Augusto de Souza
Greyce Kelly da Silva Lucas
Raquel Januario da Silva
Emanoel Fernandes de Araújo Faustino

Resumo: A rotulagem é definida como qualquer informação presente na embalagem de um alimento, incluindo inscrições, legendas, imagens e outros elementos descritivos ou gráficos, sejam escritos, impressos, estampados, gravados, em relevo, litografados ou colados. A rotulagem de chocolates no Brasil e em muitos países deve seguir regulamentações específicas para garantir uma segurança para o consumidor e a transparência de informações sobre os ingredientes e valores nutricionais. O objetivo do estudo foi avaliar a rotulagem nutricional de seis marcas comerciais nacionais de chocolates tipo ao leite no município de Currais Novos/RN. O estudo foi realizado a partir da avaliação de 6 barras de chocolate de sabor ao leite comercializadas no município de Currais Novos/RN, descritas por questões éticas pelas letras (A, B, C, D, E, e a F) com intuito de serem analisadas os seus rótulos e verificar se estão dentro das normas corretas das RDCs, nº 429/2020, n° 727/2022 e IN nº 75/2020. Conclui-se que as amostras de rótulos de barras de chocolate ao leite comercializados na cidade de Currais Novos-RN estão dentro das normas exigidas obrigatórias pela legislação vigente sobre rotulagem nutricional. Portanto, ressalta-se a relevante importância dos órgãos fiscalizadores, tais como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura (MAPA), a fim de evitar a ocorrência de não conformidades nos produtos comercializados.

Palavras-chave: Rótulo, RDC 727/2022, Cacau, IN 75/2020.

1. INTRODUÇÃO

O chocolate, doce produzido a partir do cacau, conhecido mundialmente e um dos preferidos entre os brasileiros, foi trazido ao Brasil durante o período de colonização do país, no século XVII, e então iniciou se tanto o consumo, quanto a produção de chocolate no país, tendo em vista que este apresentou condições climáticas favoráveis à produção do cacau, liderando a produção mundial do fruto entre 1905 e 1910 (Souza, Hadlich, Maahs, 2013). Desde então, o Brasil continua sendo um grande produtor de cacau e chocolate, ocupando atualmente, a sétima posição na exportação mundial de cacau (Brito, 2019).

O chocolate é caracterizado por ser sólido à temperatura ambiente e derreter facilmente na temperatura corporal. A sensação de resfriamento e a liberação do aroma durante a degustação, somadas à doçura do chocolate, contribuem para a grande aceitabilidade deste produto. O consumo de chocolate é mundial, por diversas faixas etárias e sua popularidade está relacionada principalmente com o seu potencial para despertar o prazer sensorial e emoções positivas. Neste sentido, os chocolates produzidos no Brasil apresentam atributos a serem estudados, o que demandam ferramentas para melhoria da qualidade além de fornecer informações para a elaboração de estratégia de marketing. (Janaína, Caroliny, Godinho, 2021).

Desde 2001, o Brasil exige rotulagem em produtos alimentícios embalados. Esse avanço foi impulsionado por regulamentos, iniciando com o Decreto-Lei nº 986 de 1969, que estabeleceu normas básicas sobre alimentos. Entretanto, na época havia pouco conhecimento sobre os nutrientes presentes nos alimentos, e somente na década de 80, após a publicação da Resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) nº 12/78, os rótulos passaram a incluir informações sobre padrões de identidade e qualidade (Brasil, 1969; Brasil, 1978; Köhler, 2022).

A rotulagem nutricional é definida como toda a descrição destinada a informar o consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento e aplica-se a todos os alimentos comercializados e embalados na ausência do cliente, prontos para consumo (Brasil, 2020b). Os rótulos devem ser claros, precisos e de fácil leitura para garantir que todas as informações sejam compreensíveis, desempenhando um papel fundamental em produtos alimentícios. Isso ocorre pelo fato de auxiliar pessoas com doenças e alergias alimentares a evitar ingredientes problemáticos. Além disso, ajuda a prevenir a desinformação, garantindo que os consumidores não sejam enganados (Brasil, 2022b).

No Brasil, a regulamentação da rotulagem nutricional ocorre por meio das Resoluções de Diretoria Colegiada (RDCs), obedecendo à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Atualmente, a regulação dos rótulos ocorre por meio da RDC nº 429/2020, em conjunto com a Instrução Normativa (IN) nº 75/2020, e também pela RDC nº 727/2022 (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b; Brasil, 2022c).

Portanto, a rotulagem nutricional dos alimentos é uma ferramenta indispensável e tem um papel muito importante na hora de escolhas alimentares, assim ajuda aos consumidores a entender melhor o que estão levando para suas casas facilitando na hora das compras, com isso a conformidade com as regulamentações garante transparência, segurança e qualidade para o produto destinado ao cliente.

O chocolate ao leite é um alimento bastante querido por todos os brasileiros, é um alimento popular por sua textura e seu sabor rico e aveludado, tornando um dos mais favoritos para sobremesa, bombons e barras de chocolates tradicionais que são elas as

mais conhecidas, tendo ele um sabor mais doce e suave do que o chocolate amargo, por conta do seu teor de açúcar e leite, reduzindo o sabor intenso.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. BARRAS DE CHOCOLATES AO LEITE

Conforme trabalho publicado em Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas dos autores (Lannes, Richter, 2007) A confecção do chocolate foi, durante um século, uma indústria tradicional administrada por artesãos que desenvolveram métodos individuais de trabalho e sabores particulares para os seus produtos. Com a demanda por custos mais baixos, a manufatura industrial foi sendo cada vez mais mecanizada, somando-se a isso o progressivo avanço da ciência e da tecnologia para controle das plantas de produção e para a melhoria da eficiência industrial (Bonzas, Brown, 1999).

Sulis (2022) aborda que empresas e produtores de chocolates nacionais estão inovando em relação à variedade e à qualidade de chocolates e produtos afins, inclusive investindo em certificações de origem, bem como na criação de padrões de qualidade com a especificação de ingredientes nativos. Atualmente é possível encontrar nas prateleiras de lojas e supermercados brasileiros chocolates nacionais e importados com diferentes qualidades e preços.

De acordo Schmitz (2001) o chocolate vem ganhando cada vez mais espaço na mídia, não só pelas suas apreciadas propriedades sensoriais, mas também pelos benefícios potenciais à saúde. Uma análise mais profunda, baseada em pesquisas científicas, sugere que, realmente, alguns chocolates podem ter o potencial de contribuir beneficamente para a saúde quando consumidos com moderação. Entretanto, é ainda prematuro dizer que esta evidência promissora é conclusiva e cuidados devem ser tomados para interpretar e representar devidamente esta informação. Com isso os anos foram se passando e o cacau (chocolate) foi sendo reconhecido pelo todo território brasileiro por ser um produto de fácil acesso e informação regulamentada por normas rígidas expressas em seus rótulos.

A rotulagem dos alimentos visa disponibilizar informações sobre o produto corretas, claras, precisas e ostensivas, escritas em língua portuguesa, apresentando suas características, quantidade, composição, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que possam apresentar à saúde e segurança dos consumidores (Machado, 2015).

Segundo Coelho et al. (2008) a rotulagem dos alimentos, ao orientar o consumidor sobre a qualidade e a quantidade dos constituintes nutricionais dos produtos, pode promover escolhas alimentares apropriadas, sendo indispensável, no entanto, a fidedignidade das informações. Tem sido observado que as falhas na legislação vigente no Brasil propiciam o repasse de informações incorretas, que podem gerar confusão, principalmente no que tange à informação nutricional complementar (INC) e às normas sobre alimentos para fins especiais. Entanto o acesso à informação correta sobre o conteúdo dos alimentos, por ser um elemento que impacta a adoção de práticas alimentares e estilos de vida saudáveis, configura-se, em seu conjunto, uma questão de segurança alimentar e nutricional.

2.2. PRODUÇÃO DO CHOCOLATE AO LEITE

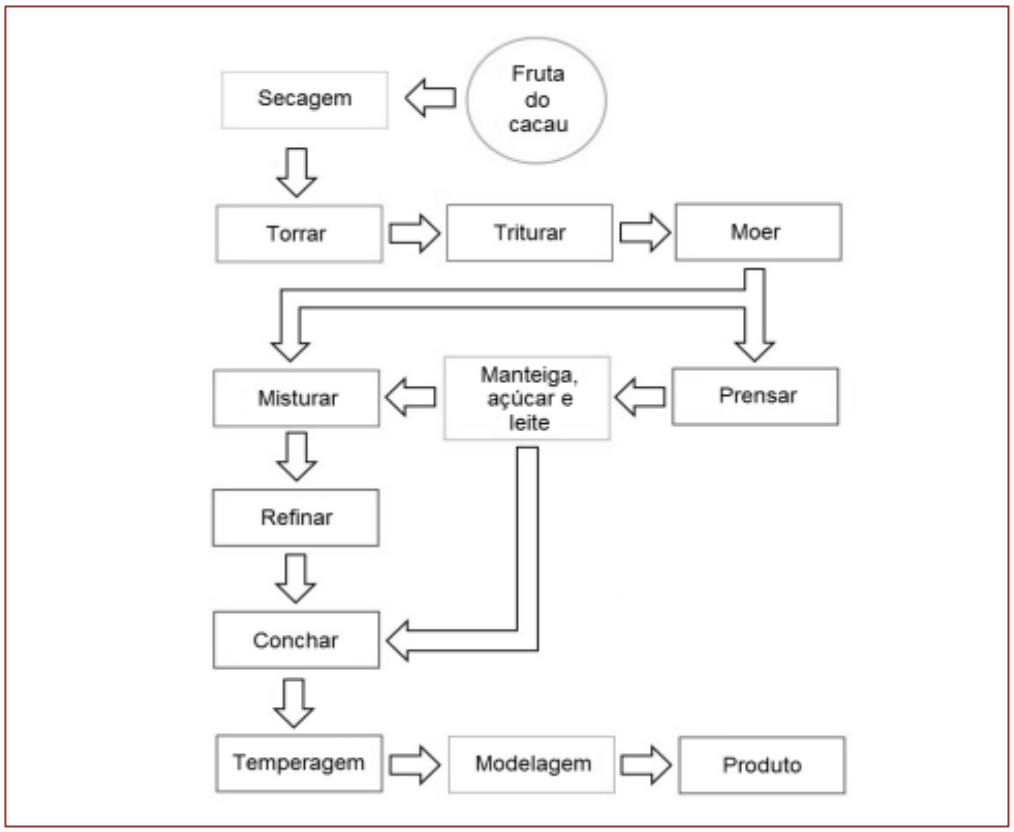
A produção e o consumo de chocolates no Brasil foram introduzidos pelos europeus no século XVII, durante o período de colonização. Devido às condições climáticas favoráveis, o Brasil liderou a produção mundial de cacau no período entre 1905 e 1910, mais tarde, devido a ocorrências de algumas pragas na cultura, o Brasil passou para 5º no ranking mundial (ABICAB, 2011).

O chocolate é um doce mundialmente consumido, famoso entre todos os tipos de pessoas em todas as idades por seu sabor inconfundível e aroma inigualável. Pode ser consumido sozinho, como em ingrediente para outros tipos de guloseimas e receitas tal como, bolos, fondues, caldas, cereais, dentre outros (Lima, 2008). Esse apreço tão grandioso acontece em todo o mundo, e segundo estudos já realizados sabe-se que ele possui substâncias, que interagem quimicamente com o cérebro, capazes de ativar a serotonina, neurotransmissor responsável pelo humor e sensações de bem-estar e saciedade (Braga et al, 2007).

Esse doce além de proporcionar prazer a quem o consome, pode também atuar significativamente na prevenção de determinadas doenças, caso seja consumido de forma controlada e em proporções adequadas (Sebenello; Lunkes; Coradi, 2017).

A extração do chocolate deve ser a partir de matérias-primas sãs e limpas e isentas de matéria terrosa, de parasitas, de detritos animais, de cascas de semente de cacau e de outros detritos vegetais. O cacau deve estar presente em qualquer tipo de chocolate, em uma proporção de 32% (Lannes; Medeiros; Amaral, 2002).

Figura 1 - **Fluxograma de produção do chocolate** como pode ser visto abaixo



Fonte: Souza et. (2013).

De acordo com Souza et al. (2013), a produção de todo e qualquer chocolate é dividida em etapas que se inicia por frutas do cacau que são quebradas para uma retirada de amêndoas, sendo a primeira etapa chamada de processamento do cacau (fruta do cacau) que é a matéria prima.

Portanto Souza, Fischer, Maahs (2013), na etapa seguinte, conhecida como secagem, as sementes perdem quase toda a umidade, o que geralmente demora alguns dias para ocorrer. A secagem é feita sob o sol ou dentro de estruturas que permitam a circulação de ar quente, acionadas por ventilador. Após secos, os grãos são lentamente torrados, num processo chamado de torrefação, considerado o início da fase industrial. Em seguida, as amêndoas são levadas a um triturador, onde são separadas de suas cascas. As sementes limpas são levadas a um moedor, onde são transformadas em pasta, massa ou licor de cacau (ABICAB, 2011).

Os mesmos autores falam que após serem separadas de suas cascas, é adicionado o álcali em sua massa. Álcali são substâncias que têm a capacidade de liberar única e exclusivamente o ânion OH– (íons) (hidroxila ou oxidrila) em solução aquosa. Soluções com essas propriedades dizem-se básicas ou alcalinas. Essas substâncias formam sais, depois de combinadas com ácidos (Arrhenius, 1889).

Depois, é extraída a manteiga de cacau na prensagem. Então, entram em ação grandes misturadores que homogeneízam e transformam a mistura em uma pasta. Fase conhecida como malaxação. Uma vez que a mistura foi transformada em uma pasta, ela passa pelo cilindro de refinação, onde os cristais de açúcar da mistura são triturados e quebrados em pequenas partículas, sendo, nesse processo, definido a qualidade do chocolate (ABICAB, 2011).

Os autores citam que a massa é transportada até as conchas, onde recebe nova adição de manteiga de cacau, resultando em uma massa líquida e cremosa, adquirindo o sabor e aroma característico do chocolate. Podem ser utilizados sucedâneos da manteiga de cacau em produtos derivados do chocolate. Alguns países que comercializam esses produtos no Brasil permitem a adição em níveis de até 5% de sucedâneos de manteiga de cacau (Minim; Cecchi, 1998). Na operação de temperagem, o chocolate se estabiliza, passando por um equipamento chamado temperatriz, quando são processadas as trocas térmicas, para favorecer a cristalização da manteiga de cacau. O chocolate fica derretido e pronto para a modelagem.

2.3. RESOLUÇÃO RDC N° 727/2022

Conforme definido na resolução nº 727/22, a rotulagem é descrita como toda inscrição, legenda, imagem ou qualquer material descritivo ou gráfico, escrito, impresso, estampado, gravado, gravado em relevo, litografado ou colado na embalagem do alimento. Sendo assim, a rotulagem nutricional abrange todas as declarações destinadas a informar o consumidor sobre as propriedades nutricionais do alimento, incluindo a tabela de informação nutricional, a rotulagem frontal e as alegações nutricionais, e se aplica a todos os alimentos comercializados e embalados na ausência do cliente, prontos para consumo (Brasil, 2020b; Brasil, 2022c).

No Brasil, a regulamentação da rotulagem nutricional acontece através das Resoluções de Diretoria Colegiada (RDCs), as quais obedecem à ANVISA. A regulação ocorre atualmente por meio da RDC nº 429/2020, que trata da rotulagem nutricional de alimentos

embalados, em conjunto com a IN nº 75/2020, que estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional em alimentos embalados, e pela RDC nº 727/2022, que também aborda a rotulagem de alimentos embalados (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b; Brasil, 2022c).

Para mais, a RDC nº 727/22 estabelece que todos os rótulos devem conter as seguintes informações: denominação de venda, lista de ingredientes, advertências sobre os principais alimentos que causam alergias alimentares, advertência sobre lactose, advertências relacionadas ao uso de aditivos alimentares, rotulagem nutricional, conteúdo líquido, identificação da origem, identificação do lote, prazo de validade e instruções de conservação, quando necessário. Além disso, de acordo com a resolução n°727/22, a rotulagem dos alimentos embalados não pode conter elementos que possam levar a informações falsas, incorretas, insuficientes ou que induzam o consumidor a equívocos sobre a verdadeira natureza, composição, procedência, tipo, qualidade, quantidade, validade, rendimento ou forma de uso do alimento (Brasil, 2022c).

A tabela nutricional é um conjunto padronizado de informações que apresenta o conteúdo energético, nutrientes e substâncias bioativas de um alimento. Esses dados devem estar dispostos em uma única superfície contínua da embalagem, no mesmo painel da lista de ingredientes, e não podem ser localizados em áreas encobertas, lugares deformados ou de difícil visualização. Conforme estabelecido pela RDC nº 429/20, os nutrientes obrigatórios na tabela nutricional incluem carboidratos (g), açúcares totais (g), açúcares adicionados (g), proteínas (g), gorduras totais (g), gorduras saturadas (g), gorduras trans (g), fibra alimentar (g) e sódio (mg). Uma inovação em relação aos rótulos anteriores é a inclusão da informação sobre açúcares totais e adicionados. Além disso, a tabela deve conter a declaração de valor energético (kcal) e os valores nutricionais dos componentes para cada 100 gramas (g) ou mililitros (ml) do produto. Ademais, é importante que seja apresentado as porções, indicando a medida caseira apropriada para o produto, e os Valores Diários (%VD) para cada item (Brasil, 2020b; Brasil, 2022a).

Um estudo conduzido pelo INAF Brasil (Indicador de Alfabetismo Funcional) em 2018 revelou que aproximadamente 29% dos brasileiros são considerados analfabetos funcionais, e a dificuldade em compreender as informações contidas nos rótulos nutricionais afeta exatamente essas pessoas com níveis de escolaridade inferiores (Lima et al., 2018; Brasil, 2018). Então, a nova rotulagem se tornou obrigatória no Brasil a partir de 9 de outubro de 2022, visando melhorar justamente a compreensão dos consumidores sobre as informações presentes nos rótulos de alimentos, oferecendo maior legibilidade e uma melhor interpretação dos componentes nutricionais (Gomes, 2020; Brasil, 2020b).

Os nutrientes são substâncias químicas consumidas normalmente como componentes de alimentos, eles proporcionam a energia necessária para o crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde e da vida. Segundo Souza et al. (2011), o consumo alimentar é um determinante da saúde, cuja natureza pode ser positiva ou negativa, dependendo da disponibilidade de informações adequadas. (Souza et al., 2011). Portanto, é de fundamental importância realizar intervenções de educação nutricional que auxiliem a população na escolha de alimentos mais saudáveis, a fim de diminuir doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes e hipertensão (Brasil, 2018).

Nesse contexto, elementos identificadores, como os rótulos, além de sua função publicitária, devem servir como meio de informação verídica que permita fazer escolhas alimentares mais saudáveis com base nos componentes nutricionais, auxiliando na decisão de compra e, consequentemente, melhorando o bem-estar do consumidor e a

eficiência do mercado. As atuais resoluções, em conjunto com a instrução normativa, abordam os diversos requisitos sobre as mudanças na nova rotulagem nutricional, sendo a principal delas a rotulagem frontal (Machado et al., 2008; Brasil, 2020a; Brasil, 2020b; Brasil, 2022c).

2.4. RESOLUÇÃO RDC N°429/2020 E A ROTULAGEM FRONTAL

As novas normas propostas pela RDC n° 429/20 entraram em vigor 24 meses após sua publicação, ou seja, em outubro de 2022, definindo a rotulagem nutricional de forma mais específica, abrangendo a tabela de informação nutricional, a rotulagem nutricional frontal e as alegações nutricionais. Ou seja, o objetivo é facilitar a compreensão do consumidor, padronizar e melhorar a visibilidade e legibilidade das informações (Brasil, 2020b; Gomes, 2020).

Em 8 de outubro de 2020, foi publicada a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 429, que trata da rotulagem nutricional dos alimentos embalados, e se aplica aos alimentos embalados na ausência dos consumidores, incluindo as bebidas, os ingredientes, os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia, inclusive aqueles destinados exclusivamente ao processamento industrial ou aos serviços de alimentação. Esta resolução é dividida em capítulos, dos quais podemos predominar o segundo, que trata da tabela de informação nutricional; o terceiro, que trata da rotulagem nutricional frontal e o quarto, que trata das alegações nutricionais (Brasil, 2020b).

Além dos nutrientes, como carboidratos, açúcares totais e adicionados, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio, que a resolução determina que devem obrigatoriamente constar na tabela, a mesma estabelece que pode haver a declaração das quantidades de vitaminas e minerais naturalmente presentes nos alimentos, desde que suas quantidades, por porção, sejam iguais ou superiores a 5% dos respectivos Valores Dietéticos de Referência (VDR) definidos no anexo II da IN nº 75/20. Permitindo ainda, a inclusão de outros nutrientes ou substâncias naturalmente presentes nos alimentos que possam ser objeto de alegações de propriedades nutricionais, funcionais ou de benefícios à saúde (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b).

De acordo com a RDC n°429/20, ao lado de cada item, são dispostas as quantidades de nutrientes que contém em toda porção do alimento e, por padronização, 100 gramas ou 100 mililitros, bem como a declaração de valor energético (kcal). Além disso, outras mudanças incluem a atualização dos VDR, definidos no anexo II da normativa n°75/20, para os cálculos do percentual de valores diários (%VD) e a revisão da frase relacionada a esses valores. A resolução também determina a inclusão da quantidade de porções por embalagem, bem como a porção em gramas ou mililitros, com a medida caseira correspondente ao produto. No geral, todas essas modificações têm o objetivo de fornecer informações que possam influenciar a escolha alimentar dos consumidores e contribuir para a redução da variação no tamanho das porções, implicando também em uma revisão das regras aplicáveis às embalagens individuais (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b; Brasil, 2022a; Köhler, 2022).

Figura 2 - Principais Mudanças Na Nova Rotulagem

Fonte: Brasil, 2022a.

A rotulagem nutricional frontal é um símbolo informativo que deve estar situado no painel principal da embalagem, como uma estratégia de alertar os consumidores quanto ao elevado conteúdo de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio. Sua declaração é uma das mudanças mais importantes nas novas rotulagens, sendo uma informação obrigatória nos rótulos dos alimentos embalados na ausência do consumidor, quando os valores dos nutrientes forem iguais ou superiores aos limites estabelecidos no anexo XV da IN n° 75/20. Com isso, os elementos mais simples, objetivos e ilustrativos permitem que os consumidores adquiram seus alimentos com consciência e identifiquem os possíveis nutrientes em excesso que podem causar malefícios à saúde, reduzindo doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes e hipertensão. Além disso, o símbolo irá beneficiar pessoas com níveis de escolaridade inferior e reduzir a carga cognitiva na leitura, levando em consideração que as compras de alimentos e bebidas geralmente envolvem decisões em cerca de três segundos (Lima et al., 2018; Brasil, 2018; Spinillo, 2019; Brasil, 2020a; Brasil, 2020b).

As alegações nutricionais são quaisquer declarações que indiquem que um alimento possui propriedades nutricionais positivas relativas ao seu valor energético ou ao conteúdo dos nutrientes, contemplando as alegações de conteúdo absoluto, que descrevem o nível ou a quantidade do valor energético e dos nutrientes contidos no alimento; alegações comparativas, que comparam os níveis ou a quantidade do valor energético e dos mesmos nutrientes contidos no alimento de referência; e alegações sem adição, que descrevem que um ingrediente não foi adicionado de forma direta ou indireta. A inclusão dessas alegações nos rótulos dos alimentos embalados na ausência do consumidor é voluntária; no entanto, devem ser utilizados os termos autorizados para veiculação dos atributos nutricionais estabelecidos no anexo XIX da IN nº 75/20 e atendidos os critérios de composição e de rotulagem para declaração das alegações nutricionais estabelecidos na resolução e no anexo XX da normativa n°75/20. Além disso, essa declaração deve ter um tamanho e cor contrastante em relação ao fundo do rótulo, para garantir a visibilidade e legibilidade da informação (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b).

Sendo assim, de acordo com o artigo 21° da resolução n° 429/20, o rótulo frontal deve ser impresso em cor 100% preta em fundo branco, estar localizado em uma única superfície

contínua e seguir um dos modelos definidos no anexo XVII da IN nº 75/20, não podendo estar disposta em locais encobertos, removíveis pela abertura do lacre ou de difícil visualização, como áreas de selagem e de torção. Esse tipo de informação, por meio da simbologia, tem se mostrado bastante eficaz no aumento do entendimento sobre o conteúdo nutricional dos alimentos (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b; Bandeira et al., 2021).

2.5. INSTRUÇÃO NORMATIVA (IN) Nº 75/2020

A Instrução Normativa (IN) nº 75 foi publicada em 8 de outubro de 2020 e estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional em alimentos embalados. Ela entrou em vigor no dia 9 de outubro de 2022 e se aplica de maneira complementar à RDC nº 429/20. Sua leitura é imprescindível para o conhecimento de informações específicas de cada parte do rótulo (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b).

A tabela de informação nutricional é uma relação padronizada do conteúdo energético, de nutrientes e de substâncias bioativas presentes no alimento. O seu padrão para formatação é uma das principais mudanças abordadas tanto na RDC nº 429/20 quanto na IN nº 75/20. De acordo com o artigo 14° da resolução, a declaração da tabela de informação nutricional deve estar localizada em uma única superfície contínua da embalagem, no mesmo painel da lista de ingredientes e não pode estar em áreas encobertas, locais deformados e de difícil visualização. Tudo isso visa garantir a identidade visual e adequada legibilidade, incluindo a borda externa, as linhas e as barras de separação, as margens, os espaçamentos, os símbolos e as informações declaradas (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b).

De acordo com a RDC n° 429/20, a declaração das quantidades na tabela de informação nutricional deve ser realizada com base no produto. Os tamanhos das porções, para indicar as porções por embalagem, bem como as medidas caseiras sugeridas para os produtos, são determinados no anexo V da IN nº 75/20. Além disso, o número de porções contidas na embalagem do alimento deve ser declarado seguindo as regras de arredondamento e expressões presentes na tabela, conforme estabelecido no anexo VI da mesma instrução. No entanto, em casos de embalagens individuais, o tamanho da porção declarada deve corresponder à quantidade total do produto contido na embalagem, e a medida caseira das embalagens individuais é a própria embalagem (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b). Segundo o anexo IX da instrução, a tabela nutricional pode ter 5 modelos diferentes, sendo eles o vertical, horizontal, vertical quebrado, horizontal quebrado e agregado. As regras para a formatação e padronização das tabelas estão no anexo XII da normativa, mas, no geral, todos os modelos devem ter caracteres e linhas 100% pretos aplicados em um fundo branco, espaçamento entre linhas, borda de proteção, barras, linhas e símbolos de separação, e margens internas de acordo com o modelo selecionado. Além disso, o tamanho da fonte pode variar entre 6 e 10, dependendo do tipo de texto e localização, sendo permitido o uso de fontes como Arial, Helvetica, Arial Narrow e Helvetica Condensed na formatação reduzida (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b).

A rotulagem nutricional frontal é a declaração padronizada simplificada do alto conteúdo de açúcares adicionados, gorduras saturadas ou sódio no painel principal do rótulo do alimento. A declaração do símbolo informativo em formato de lupa e o alerta “alto em” é obrigatória nos rótulos dos alimentos embalados na ausência do consumidor, cujas quantidades dos nutrientes sejam iguais ou superiores aos limites definidos no anexo XV da IN nº 75/20. Os modelos para a declaração frontal estão definidos no anexo XVII da instrução normativa, em geral, deve-se empregar uma impressão em cor 100% preta em

um fundo branco, apresentar a lupa e o aviso “alto em” e estar localizada na metade superior do painel principal em uma única superfície contínua. Ou seja, o símbolo não pode estar disposto em locais encobertos, removíveis pela abertura do lacre ou de difícil visualização, como áreas de selagem e de torção. Desta forma, a informação fica mais clara e nítida para o consumidor, facilitando seu entendimento e chamando a atenção para o excesso de nutrientes considerados prejudiciais à saúde (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b).

2.6. RESOLUÇÃO RDC N° 727/2022

Em 1 de Julho de 2022, foi publicada a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n° 727, que esclarece sobre o processo de rotulagem junto aos alimentos embalados na ausência dos consumidores, incluindo as bebidas, os ingredientes, os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia, inclusive aqueles destinados exclusivamente ao processamento industrial ou aos serviços de alimentação (Brasil, 2022c).

Segundo o artigo 7º da resolução, a rotulagem de alimentos embalados devem obrigatoriamente apresentar, a declaração das seguintes informações:

Tabela 1 – Obrigatoriedades dos rótulos embalados

Obrigatoriedades dos rótulos embalados
I - Denominação de venda
II - Lista de ingredientes
III - Advertências sobre alergias alimentares
IV - Advertência sobre lactose
V - Advertências relacionada aos aditivos alimentares
VI - Rotulagem nutricional
VII - Conteúdo líquido
VIII - Identificação da origem
IX - Identificação do lote
X - Prazo de validade
XI - Instruções de conservação, quando necessário

Fonte: Autoria própria, 2024.

Entre as diretrizes importantes estabelecidas pela RDC nº 727/22 para a rotulagem de alimentos, destaca-se, primeiramente, a denominação de venda que deve obedecer às normas que definem os padrões de identidade e qualidade do alimento e está localizada no painel principal, com caracteres de tamanho, cor e realce que garantam a visibilidade adequada. Em relação à declaração da lista de ingredientes, ela deve começar com a expressão "ingredientes:" ou "ingr.:" e, em seguida, apresentar a relação dos ingredientes utilizados na formulação do produto, listados em ordem decrescente de proporção (Brasil, 2022c).

Além disso, os alimentos que contenham ou sejam derivados dos principais alimentos que causam alergias, intolerâncias lácteas, ou que sejam considerados aditivos alimentares, devem conter uma das sinalizações de alerta especificadas, respectivamente, nos artigos 13º, 18º e 12º da RDC n° 727/22. A maioria dessas advertências pode ser agrupada após ou abaixo da lista de ingredientes, de forma legível, em caixa alta, em negrito e em uma cor que contraste com o fundo do rótulo, garantindo a clareza e a visibilidade das informações necessárias aos consumidores (Brasil, 2022c).

A seção X da resolução trata da alegação de origem do produto, e além de citar as expressões que devem ser utilizadas para a identificação de origem, aborda que a informação deve conter o nome (razão social) do fabricante, produtor, fracionador ou proprietário da marca; endereço completo; país de origem e município; número de registro ou código de identificação do estabelecimento fabricante junto ao órgão competente. Ademais, o artigo 30° da resolução cita que a declaração do lote deve ser realizada de forma visível, legível e indelével, por meio da letra "L" seguida de um código-chave ou da data de fabricação, embalagem ou prazo de validade (Brasil, 2022c).

O inciso I do artigo 31° apresenta nove expressões que devem preceder a determinação da data de validade do produto. Após a frase apropriada, deve seguir a declaração da data, contendo, pelo menos, o dia e o mês para produtos com prazo de validade igual ou inferior a três meses; ou o mês e o ano para produtos com prazo de validade superior a três meses. No caso de alimentos que exijam condições especiais para sua conservação ou que possam sofrer alterações após a abertura da embalagem, a declaração deve ser acompanhada de informações sobre as precauções necessárias para manutenção das características do alimento, da indicação das temperaturas máxima e mínima para a conservação do alimento e do tempo que o fabricante, produtor ou fracionador garante sua durabilidade nessas condições (Brasil, 2022c).

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado a partir da avaliação de 6 barras de chocolate de sabor ao leite comercializadas no município de Currais Novos/RN, descritas por questões éticas pelas letras (A, B, C, D, E, e a F) com intuito de serem analisadas os seus rótulos e verificar se estão dentro das normas corretas das RDCs. As amostras avaliadas são de origem nacional e possuem tamanhos e preços diferentes. Sendo apresentado um checklist para analisar se as informações contidas estavam de acordo com as normas legislativas e preencheu-se as tabelas para posterior análise dos dados das marcas.

Foi utilizado como parâmetro para a avaliação das rotulagens a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 429/2020, publicada em 8 de outubro de 2020, que estabelece as regras para a rotulagem nutricional de alimentos embalados, juntamente com a (IN) nº 75/2020 onde entrou em vigor no dia 09 de outubro de 2022 se aplicando de forma complementar à RDC n° 429/20; Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n° 727/2022, na qual esclarece sobre o processo de rotulagem junto aos alimentos embalados na ausência dos consumidores, incluindo as bebidas, os ingredientes, os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia, inclusive aqueles destinados exclusivamente ao processamento industrial ou aos serviços de alimentação que dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações obrigatórias que devem conter nos rótulos estão contidas na tabela 2. Conforme Brasil (2002), a denominação de venda do alimento é o nome específico e não genérico que indica a verdadeira natureza e as características do alimento. Como primeiro requisito obrigatório, a denominação de venda está presente em 100% das marcas de barras do chocolate ao leite.

Tabela 2. Obrigatoriedades dos rótulos de acordo com a RDC N° 727/2022

Informações obrigatórias	Marcas					
	A	B	C	D	E	F
Denominação de venda	CT*	CT	CT	CT	CT	CT
Lista de ingredientes	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Advertências sobre alergias alimentares	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Advertência sobre lactose	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Advertências relacionada aos aditivos alimentares	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Rotulagem nutricional	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Conteúdo líquido	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Identificação da origem	CT	CT	CT	NCT**	CT	CT
Identificação do lote	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Prazo de validade	CT	CT	CT	CT	CT	CT

*CT – Consta; **NCT – Não consta.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Quanto a lista de ingredientes, a legislação exige a presença da lista de ingredientes no rótulo, devendo vir precedido da expressão “ingrediente:” ou “ing.:” em ordem crescente de quantidade, com os aditivos citados e as suas respectivas funções (Brasil, 2002). Sendo assim, após a avaliação dos rótulos, foi identificado que em 100% das amostras há a presençada lista de ingredientes.

Entretanto, também encontram-se presentes componentes com potencial alergênico, como leite e castanhas, na grande maioria dos chocolates produzidos (Oliveira, 2018). Quanto às conformidades identificadas neste estudo, destacam-se a disponibilização da lista dos alergênicos na sequência da lista de ingredientes, foi observado que 100% das marcas contém a informação advertências sobre alergias alimentares de acordo com a legislação.

Segundo a resolução da diretoria colegiada (RDC) n° 727/2022 da ANVISA que trata sobre as advertências e informações nutricionais para produtos alimentícios, estabelece a

obrigatoriedade de alertas relacionados à presença de ingredientes que possam causar reações adversas, como a lactose. Com isso analisamos que todas as marcas 100% estão dentro das normas exigidas.

De acordo com Monteiro et al. (2019, alimento ultraprocessados são formulações construídas de ingredientes, principalmente de uso exclusivo industrial, que resultam de uma série de processos industriais. Estes alimentos são frequentemente adicionados de aditivos alimentares com o intuito de tornar o produto final palatável ou hiperpalatável. Portanto está presente em 100% das marcas.

A disponibilização da rotulagem nutricional de maneira clara, tende a aumentar a credibilidade e segurança em relação a estas informações e possibilita ao consumidor avaliar se o produto atende as suas necessidades nutricionais e alimentares (Martins;Jacob, 2015). Mas apesar de ser uma informação obrigatória e de grande importância, e 100% das marcas que foram avaliadas continham essa informação.

O conteúdo líquido no rótulo é uma exigência da legislação, devendo vir precedido das expressões: “Peso líquido”, “Conteúdo líquido”, “Peso líq.”, “Peso Líquido” ou“Peso Líq..”, de acordo com as normas exigidas pelo Instituto Nacional de Metrologia,Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), Portaria nº 157, de 19 de agosto de 2002 (INMETRO, 2002). Após avaliação das 6 marcas de chocolate ao leite, foi identificado a presença do conteúdo líquido em 100% delas. Assim todas apresentam conformidades legislativa.

Para a identificação de origem, foi observado que apenas a marca D não contém essa informação. A identificação de origem, bem como o nome do país, define onde o alimento foi produzido ou, tendo sido elaborado em mais de um país, onde recebeu o último processo substancial de transformação. As informações de origem do produtodevem ser apresentadas corretamente no rótulo, com nome do fabricante, endereço, país de origem e município (Feitosa et al., 2016).

O lote é o conjunto de produtos de um mesmo tipo, processados pelo mesmo fabricanteou fracionado, em um espaço de tempo determinado, sob condições essencialmente iguais (Brasil, 2002). Este é utilizado para rastrear o alimento e identificar, caso ocorra alguma alteração no produto final, em qual etapa procedeu o erro. Deste modo, sua ausência pode dificultar ou até mesmo impossibilitar o rastreamento deste produto (Machado, 2005). As marcas de chocolates ao leite estão dentro do padrão da legislação, pois apresentarama identificado do lote.

Os prazos de validade de todos os rótulos foram apresentados com no mínimo dia e mês para produtos com prazos de validade inferior a 3 meses; mês e ano para produtos com prazo de validade superior a 3 meses, além de declarado com uma das seguintes expressões: “consumir antes de...”, “válido até...”, “val...”, “validade”, “vence...”, “vencimento...”, “vto...”, “venc..." (Brasil, 2002). O prazo de validade está presente em quase todas as marcas, assim estando todas dentro dos requisitos exigido pela norma.

Em relação a porção observou-se que as marcas apresentaram valores que variaram de 77 a 98 g. (Tabela 3). De acordo com a RDC n° 429/20, a declaração das quantidades na tabela de informação nutricional deve ser realizada com base no produto. Os tamanhos das porções, para indicar as porções por embalagem, bem como as medidas caseiras sugeridas para os produtos, são determinados no anexo V da IN nº 75/20 (Brasil, 2020a; Brasil, 2020b).

Tabela 3. Informações nutricionais de acordo a resolução RDC nº 429/2020 e IN 75/2020 de marcas de chocolate ao leite comercializadas na cidade de Currais Novos - RN

Informação nutricional	*Marcas*					
	A	B	C	D	E	F
Porção (g)	80	80	77	80	80	98
Valor energético (Kcal)	505	563	516	556	531	531
Carboidratos (g)	70	56	64	53	57	63
Açúcares totais (g)	66	45	57	53	56	59
Açucares adicionais (g)	55	41	48	40	48	50
Proteínas (g)	2,8	6	5,1	8,1	6,5	4,6
Gorduras totais (g)	23	35	26	34	30	29
Gorduras saturadas (g)	14	24	16	20	16	14
Gorduras trans (g)	0	0	0	0,4	0,3	0
Fibra alimentar (g)	2,8	0	2,6	2,7	3,6	2,6
Sódio (mg)	81	105	108	103	110	74

NCT – Não consta.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para o valor energético (Kcal), verificou-se que todas as marcas de barras do chocolate ao leite apresentaram esse quesito (Tabela 3). Observou-se que a marca B apresentou o maior valor (563 Kcal) e a marca A apresentou o menor valor (505 Kcal).

No que se refere a quantidade de carboidratos, 100% das marcas apresentaram esse dado (Tabela 3), evidenciando que a marca A apresentou o maior teor com média de 70 g. Os carboidratos apresentam função energética e destacam-se como uma principal fonte de energia para o nosso organismo.

Observou-se nos teores de açúcares totais que a marca A e a marca B apresentaram o maior e o menor teor desse nutriente com média de 66 e 45g, respectivamente.

Açúcares adicionais são todos os monossacarídeos e dissacarídeos adicionados durante o processamento do alimento, incluindo as frações de monossacarídeos e dissacarídeos. Observou-se que todas as marcas apresentaram a informação para açúcares adicionados e os teores variaram entre 40 e 55g, o que leva a necessidade da rotulagem frontal informando que esse alimento possui alto valor de açúcar adicionado.

Em relação aos teores de proteína, verificou-se a presença das informações em 100% das marcas avaliadas (Tabela 3). Observou-se que a marcas B teve um valor baixo de 6g diferenciando de todas as outras. As proteínas são constituídas por aminoácidos que formam cadeias entre si, por intermédio de ligações peptídicas e apresentam várias funções dentre elas o crescimento e formação de hormônios.

Foi observado que em gorduras totais na marca B apresentou um teor de 35g, sendo o maior teor encontrado entre as marcas (Tabela 3). Gorduras totais referem-se a soma de todos os tipos de gorduras encontradas em alimento tanto de origem animal quanto vegetal.

Quanto a gordura saturada, foi observado 100% das marcas apresentaram essa informação, com teores médios variando de 14 a 24g. Assim, como as marcas apresentam mais de 6g de gordura saturada por 100g de chocolate, as mesmas devem apresentar rotulagem frontal para esse componente. Deve-se ter atenção ao consumo exagerado de gordura saturada, pois a mesma pode causar problemas cardiovasculares.

Para os teores de gordura trans, observou-se que apenas duas das marcas (D e E) apresentaram esse componente em seu rótulo. Esse tipo de gordura é bastante utilizada para dar textura e aumentar o prazo de validade dos alimentos. Porém, deve-se lembrar que esse tipo de gordura pode levar a risco de doenças no coração e vasos sanguíneos, como infartos e AVCs.

Referente as marcas avaliadas, 100% apresentaram valores de fibra (Tabela 3). Verificou-se que a marca E apresentou maior teor de fibra alimentar com média de 3,6 g. Já a marca B não contém fibra alimentar em sua composição. As fibras alimentares são responsáveis pelo bom funcionamento do trato intestinal.

Todas as marcas apresentaram valor de sódio na sua tabela nutricional (Tabela 3). Observou-se que os teores médios variaram entre 74 e 110 mg, não sendo necessário a presença da rotulagem frontal, pois as marcas apresentaram teor de sódio abaixo de 600 mg. O sódio é um mineral essencial, pois atua na manutenção da pressão arterial, além de ajudar em vários processos fisiológicos. Porém, em excesso pode levar a problemas cardíacos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que as amostras de rótulos de barras de chocolate ao leite comercializados na cidade de Currais Novos-RN estão dentro das normas exigidas obrigatórias pela (RDC 429) e estão de acordo com a legislação para a rotulagem nutricional (RDC 727).

Portanto, ressalta-se a relevante importância dos órgãos fiscalizadores, tais como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura (MAPA), a fim de evitar a ocorrência de não conformidades nos produtos comercializados.

REFERÊNCIAS

[1] BANDEIRA, L. M. et al. **Desempenho e percepção sobre modelos de rotulagem nutricional frontal no Brasil. Revista de Saúde Pública**, v. 55, p. 19, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/csZQVpwyz66YcSkSMDRXthR/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 21 out. 2024.

[2] BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia orienta sobre prazos de validade de alimentos.** Governo Federal, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2018/guia-orienta-sobre-prazos-de-validade-de-alimentos. Acesso em: 12 nov. 2024.

[3] BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Principais mudanças e modelos.** Governo Federal, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem/principais-mudancas-e-modelos. Acesso em: 20 out.2024.

[4] BRASIL, Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução - CNNPA nº 12. Fixar os padrões de identidade e qualidade para os alimentos e bebidas. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 24 jul.

1978. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1978/res0012_30_03_1978.html. Acesso em: 10 nov. 2024.

[5] BRASIL, Gerência Geral de Alimentos. **Relatório preliminar de análise de impacto regulatório sobre rotulagem nutricional.** Brasília/DF: ANVISA, p. 249, 2018. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/2977862/An%C3%A1lise+de+Impacto+Regulat%C3%B3rio+sobre+Rotulagem+Nutricional_vers%C3%A3o+final+3.pdf/2c094688-aeee-441d-a7f1-218336995337. Acesso em: 20 nov. 2024.

[6] BRASIL, Ministério da Saúde. **Glossário Saúde Brasil:** Rotulagem Nutricional. Governo Federal, 2022 Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/glossario/rotulagem-nutricional. Acesso em: 20 nov. 2024

[7] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Instrução Normativa - IN n° 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União,** Brasília/DF, out. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143. Acesso em: 20 nov. 2024.

[8] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Resolução – RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. **Diário Oficial da União,** Brasília/DF, 09 de out. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599 . Acesso em: 20 nov. 2024.

[9] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 727, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Poder Executivo, Edição 126, Seção 1, pag. 213, Brasília - DF 06 jul. 2022. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-727-de-1-de-julho-de-2022-413249279. Acesso em: 15 nov. 2024.

[10] BRASIL. Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. Institui normas básicas sobre alimentos. **Casa Civil**, Brasília, DF, 21 de outubro de 1969. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0986.htm>. Acesso em: 05 de nov. 2024.

[11] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada nº. 259, de 20 de setembro de 2002**. Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Disponível em: <https://lcqa.farmacia.ufg.br/up/912/o/resoluo_rdc_n_259_2002_rotulagem_em_geral.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2024.

[12] BRITO, D. Brasil quer ganhar posições na produção mundial de cacau e chocolate. 2019. Disponível em: < https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-quer-retomar-protagonismo-no-cenario-global-de-cacau-e-chocolate#:~:text=Cacau%20do%20Brasil-,Brasil%20quer%20ganhar%20posi%C3%A7%C3%B5es%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20de%20cacau%20e,para%20crescer%20no%20cen%C3%A1rio%20global.>. Acesso em: 05 de nov. 2024.

[13] GOMES, J.F.O. **A nova rotulagem nutricional da Anvisa e a influência no comportamento dos consumidores.**2000. 42f.Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/25502/1/2020_JulianaFigueiredoDeOliveiraGomes_tcc.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

[14] GONÇALVES, Dúnia; PATRÍCIA DE CARVALHO, DAMY-BENEDETTI. ANALISE SENSORIAL COMPARATIVA DOS TIPOS DE "CHOCOLATES": ALFARROBA E CHOCOLATE AO LEITE. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, 2020. Disponível em: < file:///C:/Users/Usuario/Downloads/302-Texto%20do%20Artigo-1873-1-10-20220121.pdf>. Acesso em: 05 de nov. 2024.

[15] KÖHLER, M.M. **Rotulagem geral e nutricional de alimentos embalados no Brasil:** uma revisão bibliográfica**.** Repositório Ufsc, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/232616. Acesso em: 15 nov. 2024.

[16] LUCCAS, Valdecir; BONOMI, Élida Castilho; KIECKBUSCH, Theo Guenter. Caracterização comparativa entre chocolates ao leite formulados com gordura de leite anidra e com estearina de gordura de leite. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 130-138, 2014. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/bjft/a/PsXtVdTwfSSPRwyP6qTJsRc/?lang=pt>. Acesso em: 05 de nov. 2024.

[17] MACHADO, R.L.P. **Tecnologia de Alimentos: Rotulagem.** Embrapa, 2021. Disponível em:

https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/seguranca/rotulagem. Acesso em: 12 nov. 2024.

[18] SOUZA, J.; HADLICH, D. P. F.; MAAHS, T. R. Automação da produção de chocolates em escala não industrial. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 14, n. 22, p. 113-238, jul./dez. 2013. Disponível em: < https://pdfs.semanticscholar.org/db04/3d2a3e296c131a920613bc414b066ebdfa25.pdf>. Acesso em: 05 de nov. 2024.

[19] DE LIMA, Lisandra Janaína Ferreira; DE ALMEIDA, Jhenyfer Caroliny; DE ARAÚJO PERFEITO, Danielle Godinho. Avaliação sensorial de chocolate em barra tipo ao leite pelo método de respostas emocionais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 54705-54717, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/30725/pdf>. Acesso em: 05 de nov. 2024

[20] SULIS, MARCELLA. AS RELAÇÕES DE HOSPITALIDADE CONTEMPORÂNEAS: O CHOCOLATE E SEUS SIGNIFICADOS. Disponível em: < https://portal.anhembi.br/wp-content/uploads/2023/11/Tese_Marcella-Sulis.pdf>. Acesso em: Acesso em: 06 nov. 2024.

[21] BONZAS, J.; BROWN, B. D. Interactions affecting microstructure, texture, and rheology of chocolate confectionery products. In: GAONKAR, A.G., (Ed.). *Ingredient interactions: effects on food quality* New York: Marcel Dekker, 1999. p.451-523. (Food Science and Technology, 66). Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Ingredients_used_in_chocolate_industry.pdf. Acesso em: 10 nov. 2024

[22] RICHTER, Marissol; LANNES, Suzana Caetano da Silva. Ingredientes usados na indústria de chocolates. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, p. 357-369, 2007. Acesso em: 10 nov. 2024.

[23] SCHMITZ, H. H. Chocolate, flavonoids and heart health. Manuf. Confect., Glen Rock, v.81, n.9, p.95-99, 2001. Acesso em: 10 nov. 2024.

[24] SCHMITZ, Harold H.; LAZARUS, Sheryl A.; HAMMERSTONE, John F. Chocolate, flavonoids and heart health. **Manufacturing Confectioner**, v. 81, n. 9, p. 95-99, 2001. Disponível em: < https://www.gomc.com/firstpage/200109095.pdf> Acesso em: 10 nov. 2024.

[25] CÂMARA, Maria Clara Coelho et al. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 23, p. 52-58, 2008. Disponível em: < https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpsp/v23n1/a07v23n1.pdf>. Acesso 10 nov. 2024.

[26] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATE, CACAU, AMENDOIM, BALAS E DERIVADOS (ABICAB). Pesquisas e estatísticas. 2011. Disponível em: <http://www.abicab.org.br/associadochocolate-e-cacau/estatisticas/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

[27] LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L.; AMARAL, R. L. Formulação de chocolate de cupuaçu e reologia do produto líquido. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 38, n. 4, p. 463-469, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v38n4/v38n4a09.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

[28] ARRHENIUS, S. A. Teoria da dissociação eletrolítica: teoria Ácido-Base de Arrhenius. Estocolmo-Suécia, 1889. Acesso em: 16 nov. 2024.

[29] LIMA, R. Gastronomia com pouco açúcar. Revista Veja, São Paulo, v. 4, n. 9, p. 82-84, 2008. Acesso em: 18 nov. 2024.

[30] BRAGA, C.; DAOLIO, R.; OLIVEIRA, M. A. O que motiva e determina a compra e o consumo de chocolate, Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, Santos, 2007. Acesso em: 18 nov. 2024.

[31] SEBENELLO, L. C.; LUNKES, R. B.; CORADI, C. Fábrica de Chocolate no Município de Xanxerê/SC: Uma Realidade Doce e Possível. Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Xanxerê, v. 2, p. 13416, 2017. Acesso em: 18 nov. 2024.

[32] DE MOURA, Ana Karolina et al. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CHOCOLATE. In: **IX JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2020. Disponível em: < http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/IXJTC/IXJTC/paper/view/2195>. Acesso em: 18 nov. 2024.

[33] OLIVEIRA, S. Rotulagem para alergênicos: uma avaliação dos rótulos de chocolates frente à nova legislação brasileira. Brazilian Journal of Food Technology, 2018. Acesso em 26 de nov. 2024.

[34] SILVA, Débora Cássia Prado da et al. Avaliação dos rótulos de chocolates frente a legislação Brasileira para alimentos alergênicos. 2021. Disponível em: <https://tcc.fps.edu.br/bitstream/fpsrepo/1185/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20dos%20r%C3%B3tulos%20de

%20chocolates%20frente%20a%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20Brasileira%20para%20alimentos%20alerg%C3%AAnicos.pdf>. Acesso em: 26 de nov. 2024.

[35] MONTEIRO, C.A.; et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. Public Health Nutr, v.22, n.5, 936-941, Apr 2019. Acesso em: 26 de nov. 2024.

[36] MARINS,B.R;DO COUTO,J.S;PERES,F. Avaliação qualitativa do hábito de leitura e entendimento: recepção dasinformações de produtos alimentícios.Ciênc. Tecnol. Aliment.2008; 28(3) 579-585.MARTINS,B.R&JACOB,S.C. Avaliação do hábito de leitura e da compreensão da rotulagem por consumidores de Niterói, RJ. Vig Sanit Debate2015 3(3): 122-129. Acesso em: 26 de nov. 2024.

[37] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. Regulamentos Técnicos. **Portaria nº 157, de 19 de agosto de 2002**. Estabelecer aforma de expressar a indicação quantitativa do conteúdo líquido dos produtos prémedidos. Disponível em: < http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC000786.pdf>. Acesso em: 14nov. 2024.

[38] FEITOSA, B. F.; OLIVEIRA NETO, J. O.; OLIVEIRA, E. N. A.; FEITOZA, J. V. F.;

[39] REGILANE, M. F.; DINIZ JUNIOR, L. A. M. Avaliação da rotulagem de diferentes marcasde biscoitos recheados sabor chocolate comercializados em Pau dos Ferros - RN. **Revista ABarriguda**, Campina Grande, v.6, n.2, p.230-241, 2016. Disponível em: < file:///C:/Users/Usuario/Downloads/589f7f0deb92.pdf >. Acesso em: 29 nov. 2024.

[40] MACHADO, R.T.M. Sinais de qualidade e rastreabilidade de alimentos: uma visão sistêmica. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 7, n. 2, p.227-237, 2005. Disponível em: < http://200.131.250.22/revistadae/index.php/ora/article/viewFile/203/200>. Acesso em: 14 nov. 2024.

Autores

AUTORES

ALESSANDRA ELUAN DA SILVA GUTIERREZ FAÇANHA

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Belém/PA. Brasil

ALESSANDRA OLIVEIRA DE ARAÚJO

Docente do curso Bacharelado em Zootecnia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Senhor do Bonfim, Senhor do Bonfim - BA, Brasil.

AMANDA CRISTINA DE SOUSA

Mestra em educação para ciência e a matemática - UEM.

AMANDA DAMASCENO FREITAS

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Cametá/PA. Brasil

ANA CARLA ALVES PELAIS

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Belém/PA. Brasil

ANA CAROLINE RAIMUNDINI ARANHA

Possui graduação e mestrado em Engenharia Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá e pós graduação em Educação Inovadora: Mindset Aplicado à Educação, Docência no ensino superior e Engenharia de Segurança do Trabalho. Durante a graduação participou do projeto de extensão intitulado como melhoria da qualidade do ensino-aprendizagem em jovens carentes (2016-2017) e atuou como monitora na disciplina de Cinética Química e Reatores 2 (2018). Atuou como professora mediadora I em Engenharia Mecatrônica na instituição de ensino Unicesumar e atualmente atua como professora na Universidade Estadual de Maringá.

ANA CLAUDIA DARIENÇO TAVARES DA SILVA

Mestranda em Ciência de Alimentos - UEM

ANNA BEATRIZ DE CARVALHO MARTINS

Doutoranda em Zootecnia- UEM.

ANTONIO MANOEL MARADINI FILHO

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo

CLAUDETE MARIA DA SILVA MOURA

Docente do curso Bacharelado em Zootecnia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Santa Inês, Santa Inês - BA, Brasil.

AUTORES

DEISE MOLINARI

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Mestre em Bioenergia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), possui Especialização em Engenharia de Produção pela Uninter e formação em Tecnologia em Alimentos, pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento e otimização de processos; processos biotecnológicos e bioquímicos; tecnologia enzimática; tecnologia em óleos e gorduras; biocatalisadores; pesquisa e desenvolvimento; energias renováveis; biocombustíveis; estatística e planejamento experimental; Segurança alimentar e microbiologia de alimentos. Atualmente é professora no curso de Engenharia de Produção (EAD e Híbrido), e Gestão da Produção Industrial na Unicesumar.

EDMILSON JOSÉ KLEINERT

Possui graduação em Química pela Universidade Federal do Paraná(2015), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Fronteira Sul(2021) e ensino-medio-segundo-graupelo Colegio Estadual Paulo vi(2008). Atualmente é técnico de laboratório/química da Universidade Federal da Fronteira Sul. Tem experiência na área de Química. Atuando principalmente nos seguintes temas:levedura não convenciona, atividade lipolíticca, hidrolases.

EDSON ARAÚJO DE ALMEIDA

Doutorando em Química ela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Mestre em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Graduado em Licenciatura em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2016), Campus Campo Mourão e Especialista em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino das Ciências Exatas e Químico-Biológicas (2018), Campus Campo Medianeira. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Polímeros e Colóides.

EDUARDA BARBIERI DA SILVA CRUZ

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá (2011), mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2019), especialista em Vigilância Sanitária e Qualidade dos Alimentos pela FAVENI (2020), licenciada em Química pela UNIFAVENI (2023) e atualmente doutoranda do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2024). Casada e mãe do Pedro.

ELIENAE DA SILVA GOMES

Doutoranda em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá e Mestra em Engenharia de Alimentos Pela Universidade Estadual de Maringá (2023) , Licenciada em Ciências Biológicas- Faculdade Campos Eliseos (2020) Pós Graduada em em Gestão em Segurança Alimentar -Universidade de Araraquara (2014). Graduada em Engenharia de alimentos pela Universidade Metodista de Piracicaba(2009) Na pesquisa acadêmica atuação no desenvolvimento e obtenção de produtos probióticos e prebióticos e no desenvolvimento para o método de otimização da extração de oligossacarídeos do leite humano. Experiência como docente em Ciências Exatas. Experiência como engenheira de alimentos na área da garantia e controle da qualidade, supervisão da qualidade, responsável técnica.

ELIZANGELA GONÇALVES DE OLIVEIRA

Possui Graduação em Engenharia Química (2002) pela Universidade Federal do Rio Grande, Mestrado (2006) e Doutorado (2010) em Engenharia e Ciência de Alimentos, ambos na Universidade Federal do Rio Grande. É Especialista em Ciência dos Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Frutas e Hortaliças, pela Universidade Federal de Pelotas (2019). Professora Associada da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Bagé. Tem experiência na área de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, com ênfase em Operações Industriais e Equipamentos para Engenharia, atuando principalmente nos seguintes temas: secagem em leito fixo e móvel, adsorção de corantes e aproveitamento de subprodutos para o desenvolvimento de novos

AUTORES

produtos alimentícios. Atualmente está em exercício na Universidade Federal de Pelotas (UFPel) no Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA).

EMANOEL FERNANDES DE ARAÚJO FAUSTINO

Possui graduação em Tecnologia em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Foi bolsista de Iniciação Cientifica (2019) e (2020-2021). Tendo como principal área de atuação Pós colheita e Tecnologia de Frutas e Hortaliças.

EMERSON BARRIOS MOGOLLON

Estudante de doutorado em engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá. Possui graduação em Ingeniería Química - Universidad Industrial de Santander (2015) e mestrado em engenharia química na universidade estadual de Maringá (2020).. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Catálise Heterogênea. Atualmente desenvolve pesquisa na produção de Bioquerosene a partir de óleos vegetais mediante reações catalíticas.

EMILLY MANUELA FOICINHA DA SILVA

Graduanda de nutrição, atualmente no quinto semestre, pela Universidade Federal do Pará.

FERNANDA ARPINI SOUZA

Possui graduação em Tecnologia em Laticínios pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (2011) e mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Fronteira Sul (2018). Atualmente é técnico de laboratório / alimentos da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT - Cuiabá. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Boas práticas de fabricação, reaproveitamento de resíduos e bioconversão.

GLAYCIANE COSTA GOIS

Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - MA, Brasil.

GREYCE KELLY DA SILVA LUCAS

Ensino técnico em alimentos pelo IFRN-campus Currais Novos; Graduação em Tecnologia em Alimentos pelo IFRN-campus Currais Novos; Pós Graduanda em Ciências e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Currais Novos. Projetos de pesquisa e inovação voltados a análise físico-química de alimentos e desenvolvimento de produtos alimentícios. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Ciência de Alimentos.

HELEN CRISTINA DE OLIVEIRA PALHETA

Nutricionista formada pela universidade federal do Pará.

JESICA ANTÔNIA MASSON MATOS

Possui graduação em Ciências Biológicas- Licenciatura plena pela Universidade Estadual de Maringá (2014). Possui graduação em Tecnologia de Alimentos- UTFPR, Pós-graduação em Docência do ensino superior- FAVENI-EAD, Pós-graduação em Educação: Métodos e Técnicas de ensino-UTFPR EAD. Mestrado em Ciências Agrárias- UEM. Doutorado em Tecnologia de Alimentos- UTFPR (Cursando)

AUTORES

JOÃO VITOR DA SILVA ALVES

Doutorando em Genética e Melhoramento - UEM

JORDÂNIA LIMA DE SOUZA SETUBAL

Mestre em Ciências Tecnologia e segurança alimentar - Unicesuma

JOSIMARA DE SOUZA ALVES

Graduada em Tecnologia dos Alimentos e pós graduanda em Ciências e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Currais Novos. Projeto de pesquisa e desenvolvimento físico química dos alimentos. Trabalhando atualmente em Cartório Único de Notas e Registros da cidade de Acari/RN como Registradora Civil Substituta.

JULIE SUZAN DA SILVA

Graduanda em Engenharia de Alimentos -UEM

KASSIA AYUMI SEGAWA DO AMARAL

Possui graduação em Farmácia e habilitação em Análises Clínicas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM, 1995), mestrado em Análises Clínicas (UEM, 2005), doutoranda em Tecnologia de Alimentos (UTFPR). Especializações em: Farmacologia (Unipar, 1998), Ativação de Processos de Mudança na Formação Superior de Profissionais de Saúde (Fiocruz, 2006), Gerenciamento e Auditoria Ambiental (UTFPR, 2011), Biologia Molecular com habilitação em Bioinformática (UTFPR, 2024) e curso de formação pedagógica licenciatura em química (UTFPR, 2012). Atualmente atua como técnica de laboratório de química na UTFPR Campus Campo Mourão. De fevereiro de 2007 a outubro de 2009 foi diretora técnica da Farmácia do Advogado. No período de julho de 2004 a junho de 2006 atuou como professora colaboradora na Universidade Estadual de Maringá, lotada no Departamento de Análises Clínicas, ministrando aulas das disciplinas Toxicologia Clínica, Toxicologia Industrial e Estágio Supervisionado para farmacêutico bioquímico - setor de toxicologia; e os temas "Monitorização da exposição ocupacion

KAYLANE CARVALHO DE LEAL

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Cametá/PA. Brasil

KAYLLANE CRISTINA CORDEIRO GONÇALVES

Discente de Nutrição, atualmente no quinto semestre, pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Sou ligante e diretora de extensão da Liga Acadêmica de Nutrição Materno Infantil (LANUMI/UFPA) e integrante do centro acadêmico de Nutrição da Universidade Federal do Pará, e como discente, estou em busca de aprofundar meus conhecimentos perante ao ensino, pesquisa e extensão. Buscando constantemente conhecimentos e atualizações nas áreas de nutrição clínica, nutrição comportamental e saúde pública. Participação ativa em eventos e grupos de estudo, com o objetivo de contribuir para a melhoria da qualidade de vida através da alimentação saudável. Mostrar menos

LAIANNE OLIVEIRA SANTOS

Curso Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Senhor do Bonfim, Senhor do Bonfim - BA, Brasil.

AUTORES

LARA BRAVIM RAMOS

Discente do curso de Engenharia de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo

LUANA MORAIS ANTONINI

Doutoranda em Ciências de Alimentos-UEM

LUCAS SOARES DA SILVA

Mestrando em Zootecnia- UEM

MARGARETE COSTA DOS SANTOS PINTO

Graduanda de Nutrição, atualmente no quinto semestre, pela Universidade Federal do Pará.

MARIA DE LOURDES DOS SANTOS OLIVEIRA

Graduanda de nutrição, atualmente no quinto semestre, pela Universidade Federal do Pará.

NAIARA MÜCKE

Possui graduação em Tecnologia em Alimentos, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Medianeira (2013). Licenciatura em Matemática pelo Programa Especial de Formação Pedagógica (PROFOP), pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Medianeira (2015). Também Curso de Pós-Graduação - Especialização em Educação do Campo, pela Faculdade Padre João Bagozzi (BAGOZZI) - (2016). E mestrado pelo curso PPGTA Tecnologia em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Medianeira (2019). Realizou estágio não obrigatório na empresa FRIMESA COOPERATICA CENTRAL no período de março a dezembro de 2010 no setor de Controle de Qualidade. Atuou na área de controle de qualidade na FRIELLA (Frigorífico São Miguel LTDA) de fevereiro de 2012 a janeiro de 2016. Atuou como professora de Ensino Técnico em Alimentos no SENAI, Unidade Curricular de Industrialização de Grãos, Cereais e Derivados (2019). E atualmente atua como professora na SEED - Secretaria de Estado da Educação do Paraná.

NAIELI MÜCKE

Possui graduação em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2011) e mestrado em Tecnologia em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2016). Em 2022 finalizou o MBA em Gestão Empresarial e Administração de empresas. Atualmente é Supervisora de Integridade e ESG na Frimesa Cooperativa Central e está se especializando em ESG, Governança Corporativa, e Compliance. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Integridade, Compliance, Governança, LGPD e ESG

ORQUIDEA VASCONCELOS DOS SANTOS

Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal do Pará (UFPA), graduação em Educação Física pela Universidade do Estado do Pará, Especialização em Fisiologia do Exercício (UEPA), Mestrado em ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Pará, Doutorado e Pós- Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica pela Universidade de São Paulo. Profa. Adjunta da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal do Pará. Líder do grupo de pesquisa Aplicação de Tecnologias Analíticas para Agregação de Valor a Produtos e Subprodutos da Fruticultura Amazônica. Docente permanente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA-UFPA). Coordenadora do Laboratório de Análise de Alimentos (LCA-UFPA). Membro da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA). Atua na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em composição nutricional, funcional,

AUTORES

perfil cromatográfico-espectroscópico e morfológico de fontes alimentares convencionais e não convencionais da flora Amazônica com extração de seus produtos e subprodutos

OSCAR DE OLIVEIRA SANTOS JÚNIOR

Doutor em Química- UEM

PAHLEVI AUGUSTO DE SOUZA

Possui graduação em Engenharia Agronômica pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró, ESAM (1998), mestrado em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA (2002) e doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa, UFV (2006). Foi bolsista Pós-doutor no programa PRODOC (2006 - 2007) e PNPD (2008). Tem experiência na área de Fisiologia Pós-Colheita e Tecnologia de Frutas e Hortaliças, atuando principalmente nos seguintes temas: Pós-colheita, armazenamento, qualidade, processamento de frutas e hortaliças e embalagem. Atualmente é Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Currais Novos. Faz parte do Scientist and University Rankings 2024.Classificação Mundial de Cientistas e Universitários de 2024 (AD Scientific Index 2024) Classificação: 5 do IFRN; 25.606 do Brasil, 43.338 da América Latina e 729.589 no mundo.

PITHER JHOEL JAVIER SUCARI

Doutorando em Ciências de Alimentos- UEM

POLLYANA SILVA GARCIA

Possui graduação em Obstetrícia pela Universidade de São Paulo (2018). Tem experiência na área de Enfermagem, com ênfase em Enfermagem em Saúde da Mulher. Consultora de amamentação (2020). Atuou em 2 maternidades do interior de São Paulo (Maternidade Dona Francisca Cintra Silva - Santa Casa de São Carlos e Hospital dos Fornecedores de Cana de Piracicaba) tendo experiência nas áreas de classificação de risco (pronto atendimento), enfermaria obstétrica, alojamento conjunto, centro obstétrico e centro de parto normal. Parteira urbana autônoma desde 2019 com atuação no pré natal, parto hospitalar, parto domiciliar e pós parto. Professora do curso de doulas do espaço Essência do Ser desde 2019 (6 turmas)

PRISCILA BORGES DE FARIA ARQUELAU

Mestra em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Possui graduação em Farmácia pela Universidade de Brasília, Faculdade de Ceilândia (FCE) (2014). Participou por dois anos do Programa de Iniciação Científica (2009 a 2011), no projeto "Mecanismos moleculares da diferenciação de Trypanosoma cruzi, agente etiológico da Doença de Chagas". Realizou estágio no Centro de Pesquisa & Desenvolvimento de Laticínios (Tecnolat), do Instituto de Tecnologia de Alimentos (2013). Experiência na área de Farmácia e Tecnologia e Análise de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Leite e Derivados e Aproveitamento de Resíduos Agroalimentares. Atualmente atua como professora dos cursos da Saúde (Enfermagem, Farmácia, Fisioterapia e Nutrição) da Faculdade Anhanguera de Valparaíso de Goiás.

RAFAEL ABÍLIO DE SOUSA SILVA

Curso Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Senhor do Bonfim, Senhor do Bonfim - BA, Brasil.

RAÍRA FERNANDES DE FERNANDES1

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Cametá/PA. Brasil

AUTORES

RAQUEL JANUARIO DA SILVA

Pós Graduanda em Ciências e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Currais Novos. Especialista em produtos hortifrutícolas pelo Instituto Federal Educação, Ciência e tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Petrolina.

RAYANE CAROLINE DE MACEDO FERREIRA

Acadêmica do quarto semestre do curso de Nutrição, pela UFPA (Universidade Federal do Pará). Participou como voluntária no projeto de extensão intitulado "Orientação do consumo alimentar e adequação nutricional em crianças e adolescentes cardiopatas", e participa como membro do "Grupo Epilepsia Amazônia", com associação à Universidade Federal do Pará. Participa como membro das ligas acadêmicas: "Liga Interdisciplinar de cancerologia", vinculada à instituição Oncológica do Brasil, e "Liga Acadêmica de Nutrição e Saúde do Idoso" vinculada à Universidade Federal do Pará. É bolsista do PET-saúde equidade. Tem como interesse principal aprofundar os conhecimentos na área de nutrição, envolvendo o ensino, pesquisa e extensão.

SARA CAMILA VIDAL FREIRES

Graduanda em Nutrição, atualmente no quinto semestre, pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Realiza estágio complementar no Programa de Extensão Institucional do CHU-HUJBB denominado: "INTERVENÇÃO MULTIDISCIPLINAR NO SOBREPESO E OBESIDADE DE COLABORADORES DE UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO EM BELÉM DO PARÁ" e voluntária do PIBEX/UFPA-2024 intitulado: "TERAPIA NUTRICIONAL ENTERAL EM PACIENTES COM RISCO NUTRICIONAL NO PRÉ-OPERATÓRIO DE CIRURGIAS GASTROINTESTINAIS ELETIVAS: UMA ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE PERMANÊNCIA HOSPITALAR", ambos sob orientação da Dra. Ana Lúcia Rocha Faillace. É membro do "Grupo de Estudo e Pesquisa em Nutrição e Neurodesenvolvimento" coordenado pela Profa. Dra. Daniela Lopes Gomes (NTPC). Ademais, PIVIC no Laboratório de Ciência de Alimentos (LCA-FANUT/UFPA) sob coordenação da Profa. Dra. Orquídea Vasconcelos dos Santos

SARITA HELENA CASTILHO GARBIN

Engenheira de Alimentos- UNIMEP

TAYANE SIQUEIRA GARCIA ALVES

Graduanda em Engenharia de Alimentos - UEM

THIAGO BERGLER BITENCOURT

possui graduação em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2003), mestrado e doutorado em química orgânica pela mesma instituição (2006 e 2010). Tem experiência na área de Biocatálise, com ênfase em aplicação de lipases, atuando principalmente nos seguintes temas: lipases, epoxidação e formação de oxaziridinas. Possui projetos de pesquisa na área de biocatálise de processos fermentativos empregando leveduras na bioconversão de resíduos agroindustriais em biomassa com alto valor nutritivo e isolamento de enzimas com atividade lipolítica. Professor de Química geral e orgânica e atualmente e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTAL) - Campus Laranjeiras do Sul - PR

WILLHAMS ANDRADE SILVA

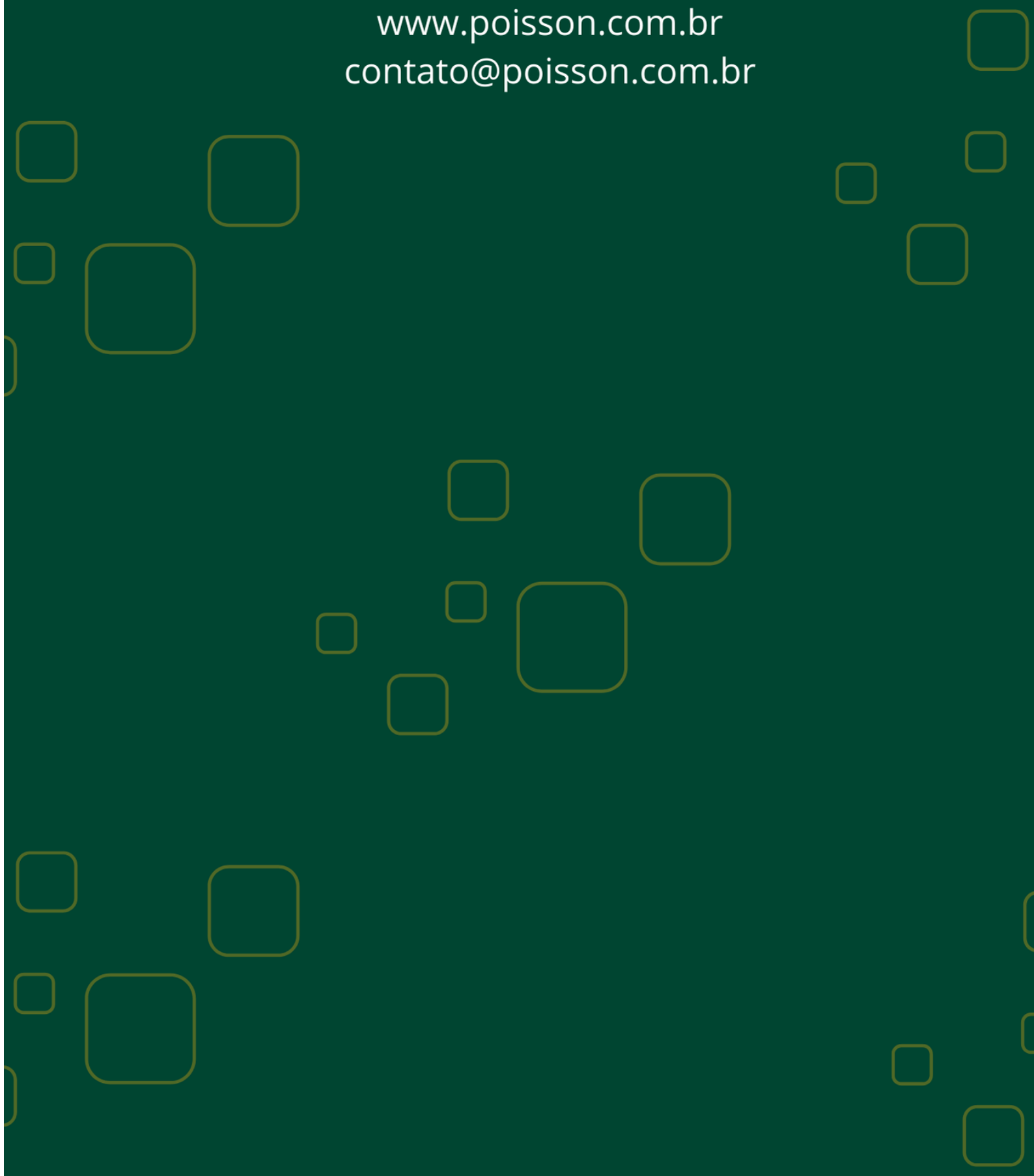
Licenciatura em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Senhor do Bonfim, Senhor do Bonfim – BA, Brasil.

AUTORES

YESENIA MILAGROS TURPO MAMANI

Engenheira Agroindustrial – UNAP

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br



@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson